

5132 / TS / H / 93 ✓

TUGAS AKHIR

PENURUNAN Fe, Mn, CO₂ DENGAN MULTIPLE TRAY AERATOR (STUDI AWAL KASUS DI PDAM KODYA BLITAR)



200
628.165
P-1
1002-

Oleh :

ZAENAL ARIFIN

3863300089

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
S U R A B A Y A
1992

TUGAS AKHIR

PENURUNAN Fe, Mn, CO₂ DENGAN MULTIPLE TRAY AERATOR (STUDI AWAL KASUS DI PDAM KODYA BLITAR)

**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing**



(DR. Ir. WAHYONO HADI, M.Sc.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
S U R A B A Y A**

1992

ABSTRAK

Salah satu sumber air baku untuk air minum adalah air tanah, yang mempunyai kualitas cukup baik dari segi fisik kimiawi maupun bakteriologinya bila dibandingkan dengan sumber air baku yang lain.

Namun sering dijumpai air tanah mengandung parameter tertentu melebihi nilai standart maksimum yang dianjurkan seperti sumber air tanah dalam yang dipakai oleh PDAM Kodya Blitar yang mempunyai kandungan Fe, Mn dan CO₂ yang melebihi nilai standart yang dianjurkan :

Salah satu cara untuk mengurangi kandungan Fe, Mn dan CO₂ di dalam air adalah dengan aerasi - oksidasi. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk menurunkan kandungan di atas dengan memakai model multiple tray aerasi. Penelitian dilakukan di tempat terbuka pada lokasi sumur bor milik PDAM Kodya Blitar dan di lab. TP FTSP ITS. Model multiple tray aerasi berjumlah satu sampai delapan tingkat dengan jarak antar tray 30 cm dan bahan tray terbuat dari plastik dengan ukuran 35cm X 22cm sedang debit yang digunakan adalah 0,2 l/dt dan sample air yang dipakai selama penelitian adalah sampel asli dari sumur bor PDAM.

Penelitian dilakukan untuk mendapatkan pengaruh jumlah tingkat tray, diameter lubang tray, media kontak, suhu operasi terhadap peningkatan oksigen terlarut, efisiensi penurunan Fe, Mn dan CO₂, oleh karenanya dibuat adanya variasi variable yang diteliti. Diameter lubang tray meliputi 3mm, 4mm, 5mm, media kontak meliputi batu bintang dan batu kerikil, suhu operasi meliputi 30°C dan 28°C.

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa semakin banyak jumlah tray yang digunakan konsentrasi oksigen terlarut semakin meningkat dan konsentrasi CO₂ semakin turun dan efisiensi penurunan Fe semakin naik, namun untuk Mn belum ada penurunan sama sekali. Semakin kecil diameter lubang tray yang dipakai tercapainya Oksigen terlarut jenuh semakin cepat dan lepasnya CO₂ semakin cepat dan efisiensi penurunan Fe juga semakin naik namun untuk Mn belum ada penurunan sama sekali. Dengan penambahan media kontak batu bintang dan batu kerikil efisiensi penurunan Fe dan Mn semakin naik. Sedang semakin lama waktu pengendapan efisiensi Fe semakin naik namun untuk Mn tetap dan dengan semakin naiknya pH efisiensi penurunan Fe semakin naik namun untuk Mn tetap karena oksidasi Mn dengan oksigen sangat lambat pada pH dibawah 9,5. Kadar Fe akhir yang bisa dicapai adalah 0,105 mg/l dan Mn 0,15 mg/l. Nilai Fe ini telah memenuhi standart kualitas air minum yang dianjurkan sedang untuk Mn belum memenuhi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan kurikulum program strata 1 pada Program Studi Teknik Lingkungan FTSP ITS.

Tugas akhir ini berjudul **Penurunan Fe, Mn dan CO₂ Dengan Multiple Tray Aerator** (studi awal kasus di PDAM Kodya Blitar) Dalam penyusunan sampai selesainya tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan baik pikiran maupun tenaga, untuk itu rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya khusus kami sampaikan kepada :

- . Orang tua dan saudara-saudara saya, yang telah memberikan dorongan moril dan materiil.
- . Bapak Dr. Ir. Wahyono Hadi MSc. Dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan saran dan masukan.
- . Bapak Dr. Ir. Wahyono Hadi MSc. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- . Bapak Ir. Sarwoko M. M Sc Es. Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- . Bapak Drs. Soeparman, Direktur utama PDAM Kodya Blitar.
- . Bapak Drs. Bambang Soedijono Be. Direktur teknik PDAM Kodya Blitar.
- . Rekan-rekan Lab. : mas Edi, Ashari, Afan, Hadi, Eko dan mbak Nur yang telah membantu dalam pelaksanaan analisa laboratorium.

- . Rekan-rekan : Renunk, Yoyok, Bimo, Teguh yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
- . Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Akhirnya, diharapkan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri, PDAM Kodya Blitar khususnya dan bagi para pembaca umumnya.

Surabaya, Juni 1992

P e n u l i s

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Kata pengantar	ii
Daftar isi	iv
Daftar tabel	vi
Daftar grafik	xi
Daftar lampiran	xxi
Bab 1 Pendahuluan	
1.1. Latar belakang	I-1
1.2. Ide studi	I-2
1.3. Tujuan	I-3
1.4. Ruang lingkup	I-4
Bab 2 Tinjauan pustaka	
2.1. Aerasi	II-1
2.1.1. Definisi	II-1
2.1.2. Maksud aerasi	II-2
2.1.3. Prinsip dasar aerasi	II-2
2.2. Gas Transfer	II-5
2.2.1. Definisi	II-5
2.2.2. Poses transfer gas	II-6
2.2.3. Difusi gas	II-7
2.2.4. Kelarutan gas dalam air	II-9
2.3. Proses oksidasi	II-11
2.3.1. Penggunaan oksigen sebagai oksidan	II-11
2.3.2. Kinetika oksidasi besi (II) dengan O_2	II-12
2.3.3. Kinetika oksidasi mangan (II) dengan O_2	II-13
2.4. Bangunan aerasi	II-14
2.4.1. Tipe air terjun	II-15
2.4.2. Difuser aerator	II-16
2.4.3. Packed coloumn	II-17
2.5. Keberadaan Fe, Mn, dan CO_2	II-17
2.5.1. Besi dan mangan	II-17
2.5.1.1. Pengaruh besi dan mangan dalam air	II-19
2.5.1.2. Metode untuk mengurangi Fe dan Mn	II-20
2.5.2. CO_2	II-21
2.5.2.1. Metode untuk mengurangi CO_2	II-22
Bab 3 Material dan Metodologi	
3.1. Umum	III-1
3.2. Kerangka penelitian	III-2
3.2.1. Pemilihan sampel	III-3
3.2.2. Variable obyek penelitian	III-3

3.3. Metode penelitian	III-4
3.3.1. Proses penelitian	III-4
3.3.2. Metode analisa	III-4
3.4. Analytical quality control	III-5
3.4.1. Internal AQC	III-6
3.4.1.1. Pelaksanaan program AQC	III-6
3.4.1.2. Control chart	III-7
3.4.1.3. Kesalahan dalam pelaksana naa analisa	III-8
3.5. Tahapan pelaksanaan penelitian	III-9
3.5.1. Persiapan peralatan dan pembuatan reagen	III-9
3.5.2. Prosedur pelaksanaan penelitian	III-10
Bab 4 Data hasil penelitian	
4.1. Data untuk grafik kalibrasi Fe	IV-1
4.2. Data untuk grafik kalibrasi Mn	IV-1
4.3. Data untuk kontrol kualitas Fe	IV-2
4.4. Data untuk kontrol kualitas Mn	IV-2
4.5. Data kenaikan DO (oksigen terlarut)	IV-8
4.6. Data penurunan CO ₂	IV-10
4.7. Data penurunan Fe	IV-13
4.8. Data penurunan Mn	IV-16
Bab 5 Analisa data penelitian	
5.1. Analisa data peningkatan oksigen terlarut (DO)	V-1
5.2. Analisa data penurunan CO ₂	V-20
5.3. Analisa data penurunan Fe	V-50
5.4. Analisa data penurunan Mn	V-104
5.5. Analisa kandungan CO ₂ agresif	V-133
5.6. Analisa data masukan O ₂ dan keluaran CO ₂	V-143
5.7. Analisa data pengaruh pH terhadap penurunan Fe dan Mn	V-164
5.8. Analisa data kometisi Oksigen Uptake antara Fe dan Mn	V-170
5.9. Analisa data pengaruh diameter lubang diameter tray terhadap masukan O ₂ dan keluaran CO ₂ , penurunan Fe dan Mn dengan metode statistik	V-171
Bab 6 Kesimpulan dan saran	
6.1. Kesimpulan	VI-1
6.2. Saran	VI-5
Daftar pustaka	
Lampiran	

DAFTAR GRAFIK

Isi	halaman
Grafik 4.1 Kalibrasi Fe	IV - 4
Grafik 4.2 Kalibrasi Mn	IV - 5
Grafik 4.3 Control chart Fe	IV - 6
Grafik 4.4 Control chart Mn	IV - 7
Grafik 5.1 Hubungan antara tray dengan kenaikan DO dimana Q: 0,2 l/dt, DO awal 1.6 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30°/27° C	V - 3
Grafik 5.2 Hubungan antara tray dengan kenaikan DO dimana Q: 0,2 l/dt, DO awal 1.6 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C	V - 5
Grafik 5.3 Hubungan antara tray dengan kenaikan DO dimana Q: 0,2 l/dt, DO awal 1.6 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C	V - 7
Grafik 5.4 Hubungan antara tray dengan kenaikan DO dimana Q: 0,2 l/dt, DO awal 2.0 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C	V - 9
Grafik 5.5 Hubungan antara tray dengan kenaikan DO dimana Q: 0,2 l/dt, DO awal 2.0 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C	V - 11
Grafik 5.6 Hubungan antara tray dengan kenaikan DO dimana Q: 0,2 l/dt, DO awal 2.0 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C	V - 13
Grafik 5.7 Hubungan antara tray dengan penurunan CO2 dimana Q: 0.2 l/dt, CO2 awal 46.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30°/27° C	V - 16
Grafik 5.8 Hubungan antara tray dengan % penurunan CO2 dimana Q: 0.2 l/dt, CO2 awal 46.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30°/27° C	V - 17
Grafik 5.9 Hubungan antara tray dengan penurunan CO2 dimana Q: 0.2 l/dt, CO2 awal 45.32 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C	V - 20
Grafik 5.10 Hubungan antara tray dengan % penurunan CO2 dimana Q: 0.2 l/dt, CO2 awal 45.32 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C	V - 21

Grafik 5.11	Hubungan antara tray dengan penurunan CO2 dimana Q:0.2 l/dt, CO2 awal 43.56 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30 ^o /27 ^o C	V - 24
Grafik 5.12	Hubungan antara tray dengan % penurunan CO2 dimana Q:0.2 l/dt, CO2 awal 43.56 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30 ^o /27 ^o C	V - 25
Grafik 5.13	Hubungan antara tray dengan penurunan CO2 dimana Q:0.2 l/dt, CO2 awal 45.76 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28 ^o /25 ^o C	V - 28
Grafik 5.14	Hubungan antara tray dengan % penurunan CO2 dimana Q:0.2 l/dt, CO2 awal 45.76 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28 ^o /25 ^o C	V - 29
Grafik 5.15	Hubungan antara tray dengan penurunan CO2 dimana Q:0.2 l/dt, CO2 awal 44.88 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28 ^o /25 ^o C	V - 32
Grafik 5.16	Hubungan antara tray dengan % penurunan CO2 dimana Q:0.2 l/dt, CO2 awal 44.88 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28 ^o /25 ^o C	V - 33
Grafik 5.17	Hubungan antara tray dengan penurunan CO2 dimana Q:0.2 l/dt, CO2 awal 42.44 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28 ^o /25 ^o C	V - 36
Grafik 5.18	Hubungan antara tray dengan % penurunan CO2 dimana Q:0.2 l/dt, CO2 awal 42.44 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28 ^o /25 ^o C	V - 37
Grafik 5.19	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30 ^o /27 ^o C pengendapan 30 menit	V - 40
Grafik 5.20	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30 ^o /27 ^o C pengendapan 60 menit	V - 41
Grafik 5.21	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30 ^o /27 ^o C pengendapan 90 menit	V - 42
Grafik 5.22	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30 ^o /27 ^o C pengendapan 30 menit	V - 43

Grafik 5.23	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 60 menit	V - 44
Grafik 5.24	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 90 menit	V - 45
Grafik 5.25	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 30 menit	V - 48
Grafik 5.26	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 60 menit	V - 49
Grafik 5.27	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 90 menit	V - 50
Grafik 5.28	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 30 menit	V - 51
Grafik 5.29	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 60 menit	V - 52
Grafik 5.30	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 90 menit	V - 53
Grafik 5.31	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 30 menit	V - 56
Grafik 5.32	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 60 menit	V - 57
Grafik 5.33	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0.356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 90 menit	V - 58

Grafik 5.34	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 30 menit	V - 59
Grafik 5.35	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 60 menit	V - 60
Grafik 5.36	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 90 menit	V - 61
Grafik 5.37	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 64
Grafik 5.38	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 60 menit	V - 65
Grafik 5.39	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 90 menit	V - 66
Grafik 5.40	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 67
Grafik 5.41	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 60 menit	V - 68
Grafik 5.42	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,608 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 90 menit	V - 69
Grafik 5.43	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 72
Grafik 5.44	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 60 menit	V - 73

Grafik 5.45	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 90 menit	V - 74
Grafik 5.46	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 75
Grafik 5.47	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 60 menit	V - 76
Grafik 5.48	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,482 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 90 menit	V - 77
Grafik 5.49	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 80
Grafik 5.50	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 60 menit	V - 81
Grafik 5.51	Hubungan antara tray dengan penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 90 menit	V - 82
Grafik 5.52	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 83
Grafik 5.53	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 60 menit	V - 84
Grafik 5.54	Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe dimana Q:0.2 l/dt, Fe awal 0,356 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 90 menit	V - 85
Grafik 5.55	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0,20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 30 menit	V - 88

Grafik 5.56	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 60 menit	V - 89
Grafik 5.57	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 90 menit	V - 90
Grafik 5.58	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 30 menit	V - 91
Grafik 5.59	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 60 menit	V - 92
Grafik 5.60	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 90 menit	V - 93
Grafik 5.61	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 30 menit	V - 96
Grafik 5.62	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 60 menit	V - 97
Grafik 5.63	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 90 menit	V - 98
Grafik 5.64	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 30 menit	V - 99
Grafik 5.65	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 60 menit	V - 100
Grafik 5.66	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 90 menit	V - 101

Grafik 5.67	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 30 menit	V - 102
Grafik 5.68	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 60 menit	V - 102
Grafik 5.69	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 90 menit	V - 103
Grafik 5.70	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 30 menit	V - 104
Grafik 5.71	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 60 menit	V - 105
Grafik 5.72	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 30°/27° C pengendapan 90 menit	V - 106
Grafik 5.73	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 107
Grafik 5.74	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 60 menit	V - 108
Grafik 5.75	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 90 menit	V - 109
Grafik 5.76	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 110
Grafik 5.77	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 60 menit	V - 111

Grafik 5.78	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.5, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 90 menit	V - 112
Grafik 5.79	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 113
Grafik 5.80	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 60 menit	V - 114
Grafik 5.81	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 90 menit	V - 115
Grafik 5.82	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.208 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 116
Grafik 5.83	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.6, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 60 menit	V - 117
Grafik 5.84	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 90 menit	V - 118
Grafik 5.85	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 119
Grafik 5.86	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 60 menit	V - 120
Grafik 5.87	Hubungan antara tray dengan penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 90 menit	V - 121
Grafik 5.88	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana Q:0.2 l/dt, Mn awal 0.20 mg/l pH: 7.8, suhu udara/air : 28°/25° C pengendapan 30 menit	V - 122

Grafik 5.89	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana $Q:0.2 \text{ l/dt}$, $Mn \text{ awal } 0.20 \text{ mg/l}$ $pH: 7.8$, suhu udara/air : $28^{\circ}/25^{\circ} \text{ C}$ pengendapan 60 menit	V - 123
Grafik 5.90	Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana $Q:0.2 \text{ l/dt}$, $Mn \text{ awal } 0.20 \text{ mg/l}$ $pH: 7.8$, suhu udara/air : $28^{\circ}/25^{\circ} \text{ C}$ pengendapan 90 menit	V - 124
Grafik 5.91	Hubungan antara penurunan CO_2 agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.1	V - 137
Grafik 5.92	Hubungan antara efisiensi penurunan CO_2 agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.1	V - 138
Grafik 5.93	Hubungan antara penurunan CO_2 agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.2	V - 139
Grafik 5.94	Hubungan antara efisiensi penurunan CO_2 agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.2	V - 140
Grafik 5.95	Hubungan antara penurunan CO_2 agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.3	V - 141
Grafik 5.96	Hubungan antara efisiensi penurunan CO_2 agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.3	V - 142
Grafik 5.97	Hubungan antara nilai $\log(C_s - C_o)/(C_s - C_n)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.4	V - 150
Grafik 5.98	Hubungan antara nilai $\log(C_o - C_s)/(C_n - C_s)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.5	V - 151
Grafik 5.99	Hubungan antara nilai $\log(C_s - C_o)/(C_s - C_n)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.6	V - 152
Grafik 5.100	Hubungan antara nilai $\log(C_o - C_s)/(C_n - C_s)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.7	V - 153
Grafik 5.101	Hubungan antara nilai $\log(C_s - C_o)/(C_s - C_n)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.8	V - 154
Grafik 5.102	Hubungan antara nilai $\log(C_o - C_s)/(C_n - C_s)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.9	V - 155
Grafik 5.103	Hubungan antara nilai $\log(C_s - C_o)/(C_s - C_n)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.10	V - 156
Grafik 5.104	Hubungan antara nilai $\log(C_o - C_s)/(C_n - C_s)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.11	V - 157
Grafik 5.105	Hubungan antara nilai $\log(C_s - C_o)/(C_s - C_n)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.12	V - 158

159 - V	5.106	Hubungan antara nilai $\log(\text{Co-Cs})/(\text{Cn-Cs})$ dengan tray berdasarkan tabel 5.13	159
160 - V	5.107	Hubungan antara nilai $\log(\text{Cs-Co})/(\text{Cs-Cn})$ dengan tray berdasarkan tabel 5.14	160
161 - V	5.108	Hubungan antara nilai $\log(\text{Co-Cs})/(\text{Cn-Cs})$ dengan tray berdasarkan tabel 5.15	161
165 - V	5.109	Hubungan antara penurunan Fe dengan pH berdasarkan tabel 5.17	165
166 - V	5.110	Hubungan antara efisiensi penuruan Fe dengan pH berdasarkan tabel 5.17	166
168 - V	5.111	Hubungan antara penuruan Mn dengan pH berdasarkan tabel 5.18	168
169 - V	5.112	Hubungan antara efisiensi penuruan Mn dengan pH berdasarkan tabel 5.18	169

DAFTAR LAMPIRAN

Isi	halaman
Lampiran 1 Data-data penelitian	L - 1
Lampiran 2 Percobaan penurunan Fe dan Mn dengan jar tes	L - 3
Lampiran 3 Gambar pilot plant multiple tray aerator dan perhitungan jumlah diameter lubang tray	L - 30
Lampiran 4 Diagram Tillmans	L - 47
Lampiran 4a Contoh perhitungan CO ₂ agresiv	L - 48
Lampiran 5 Standar kualitas air minum	L - 49
Lampiran 5 Tabel nilai distribusi F untuk uji statistik	L - 51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Air merupakan kebutuhan pokok bagi umat manusia dan makhluk hidup pada umumnya. Tanpa air secara normal manusia dan makhluk hidup tidak akan pernah hidup di atas muka bumi ini.

Karena peranan air yang sangat vital bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup, baik untuk masa sekarang dan masa yang akan datang. Sudah seharusnya mendapat prioritas utama dalam segi kualitas, kuantitas dan kontinuitasnya.

Air tanah merupakan salah satu sumber air baku untuk kebutuhan air minum maupun kebutuhan lainnya. Pada umumnya air tanah ini mempunyai kualitas cukup baik dari segi fisik, kimia maupun bakteriologinya. Namun demikian sering dijumpai sumber air tanah yang mengandung parameter tertentu yang kadarnya melebihi nilai standar maksimum yang dianjurkan

Seperti halnya sumber air baku di PDAM Blitar yang mengambil dari air tanah dalam yang secara berfluktuatif memiliki kandungan besi, mangan melebihi standar maksimum yang dianjurkan serta adanya CO_2 yang berfluktuatif juga.

Dengan adanya kandungan besi, mangan, CO_2 yang melebihi standar maksimum yang dianjurkan ternyata telah mengakibatkan beberapa permasalahan antara lain :

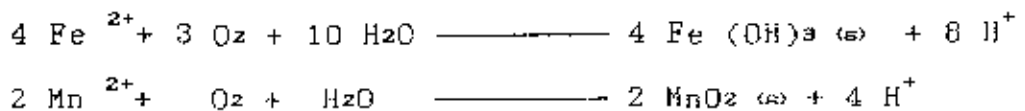
- Menyebabkan noda dan pengkaratan pada peralatan.
- Air berwarna kuning kecoklat-coklatan.

Untuk mengatasi permasalahan yang ada perlu dipikirkan upaya pengendalian kualitas air dengan prinsip biaya serendah mungkin dengan hasil yang optimum. Salah satu alternatif untuk menurunkan kadar besi, mangan dan CO_2 dalam air adalah dengan proses aerasi menggunakan tray bertingkat.

1.2. Ide studi

Pada prinsipnya tray bertingkat merupakan proses aerasi oksidasi, besi bermuatan positif dua (Fe^{2+}) dan mangan bermuatan positif dua (Mn^{2+}) akan berubah menjadi besi bermuatan positif tiga (Fe^{3+}), dan mangan bermuatan positif empat (Mn^{4+}). Besi dengan martabat tiga di dalam air akan berubah menjadi besi hidroksida dan segera mengendap, sedang mangan dengan martabat empat menjadi mangan oksida.

Persamaan reaksi kimia tersebut dapat ditunjukkan sebagai berikut :



Oksigen tersedia di udara bebas, hal ini menyebabkan biaya operasi menjadi murah. Daya larut oksigen di dalam air mempunyai keterbatasan tertentu, pada suatu kondisi tertentu akan terjadi kejenuhan. Dengan adanya keterbatasan ini maka

tidak seluruh parameter yang ada dapat teroksidasi. Keadaan ini adalah merupakan pembatas kemungkinan turunnya kandungan besi atau mangan dengan efisiensi yang tinggi.

Ditinjau dari segi pembiayaan, proses ini adalah relatif murah, sehingga ditinjau dari biaya proses ini sangat menarik untuk diterapkan.

1.3. Tujuan

Tujuan dilakukan tugas akhir ini adalah untuk melengkapi salah satu syarat kurikulum pada program Studi Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS, serta melatih mahasiswa dalam memecahkan masalah yang ada berdasarkan ilmu pengetahuan yang telah didapatkan selama duduk di bangku kuliah.

Sedang tujuan dari penelitian dengan menggunakan tray bertingkat adalah :

- Mencoba mengatasi permasalahan yang ada di PDAM Blitar
- Mengetahui besarnya transfer oksigen
- Mengetahui hubungan penurunan besi, mangan dan CO_2 dengan
 - Jumlah tray
 - Besar kecilnya lubang tray
 - Jenis media kontak
 - Suhu operasi

1.4. Ruang lingkup

Ruang lingkup penelitian ini meliputi :

1. Melakukan analytical quality control Fe,Mn
2. Pembuatan model tray bertingkat
3. Pengambilan sample asli
4. Melakukan percobaan untuk mengetahui penurunan Fe,Mn ,CO₂ dengan pengaturan
 - variasi jumlah tray
 - Variasi besarnya diameter lubang tray
 - Variasi media kontak
 - Variasi suhu operasi
5. Melakukan percobaan pengendapan
6. Melakukan analisa kandungan DO,Fe,Mn,CO₂ sebelum dan sesudah proses untuk setiap percobaan di atas.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aerasi

2.1.1. Definisi

Sebagai aplikasi untuk pengolahan air bersih aerasi dapat didefinisikan sebagai proses dimana gas, biasanya udara dan air berada di dalam suatu kontak antara satu dengan yang lain dengan tujuan memindahkan zat-zat yang mudah menguap ke atau dari air. (ref 4)

Zat-zat yang mudah menguap meliputi oksigen, carbon dioksida, nitrogen, hidrogen sulfida, metan dan berbagai komponen organik yang menyebabkan rasa dan bau.

Dalam proses aerasi ini, bila diperhatikan akan terjadi dalam dua fase, yaitu fase gas dimana oksigen masuk ke dalam fase uap untuk menuju ke interface gas likuida yang kemudian melewati suatu film gas masuk ke dalam fase likuida, yang kemudian melewati film likuida untuk menyebar ke bulk likuida.

Di dalam fase tersebut terjadi perpindahan yaitu perpindahan gas (gas transfer) dan perpindahan massa (mass transfer) dan terjadi kelarutan gas maupun likuida.

2.1.2. Maksud Aerasi

Maksud dari aerasi adalah untuk memperbaiki karakteristik kimiawi maupun fisik dari air dengan memindahkan zat yang mudah menguap dari atau ke air .(ref 4)

Dalam beberapa kasus, aerasi dimaksudkan untuk menurunkan, sedang pada kasus yang lain untuk menaikkan konsentrasi zat yang mudah menguap dalam air.

Adapun kasus aerasi yang dimaksudkan untuk menurunkan adalah:

1. Menurunkan konsentrasi bau dan rasa.
2. Menurunkan carbon dioksida untuk mencegah korosi dan gangguan dalam pelunakan kapur soda.
3. Menurunkan bermacam-macam gas seperti metan, amoniak.

Sedangkan kasus aerasi yang dimaksudkan untuk menaikkan adalah

1. Penambahan oksigen pada air tanah untuk mengoksidasi besi dan mangan terlarut.

2.3. Prinsip Dasar Aerasi

Pertukaran tempat suatu substansi dari air ke udara atau sebaliknya terjadi pada permukaan/pertemuan udara dan air. Laju proses ini dihitung dari hasil perubahan konsentrasi relatif substansi pada tempat tersebut dan tingkat kecepatan membuat atau menemukan tempat pertukaran baru.

Tujuan utama proses aerasi pada penelitian ini adalah peningkatan terjadinya oksigen terlarut pada air untuk

mengoksidasi besi, mangan, dan menurunkan gas dalam air yaitu CO₂.

Kelarutan oksigen tidak akan terlepas dari teori perpindahan gas secara difusi yang mengacu pada hukum Fick's yang pertama ,

$$dm/dt = - D_l A dc/dy \quad (2.1)$$

dimana: dm/dt : kecepatan perpindahan masa per satuan waktu

D_l : Konstanta difusi gas

A : penampang lintang permukaan difusi gas

dc/dy : gradient konsentrasi

Berdasarkan stasionary likuida film teori, untuk satu satuan volume masa, rumus (2.1) menjadi

$$dc/dt = - D_l A/V (C_s - C)/Y \quad (2.2)$$

dimana Y : tebal likuida film

Karena angka ketebalan lapisan film secara normal sulit diketahui, maka diambil konstanta baru sebagai kombinasi dari D_l (konstanta difusi) dan Y

$$K_l = D_l/Y \quad (2.3)$$

dimana K_l : koefisien perpindahan masa gas
(satuan panjang/waktu)

Demikian pula angka permukaan kontak A sulit ditentukan, maka harga total koefisien perpindahan masa gas sebagai berikut :

$$Kla = KIA/V \quad (2.4)$$

substitusi persamaan (2.4) dan (2.3) ke dalam persamaan (2.2)

$$dc/dt = Kla (Cs - C) \quad (2.5)$$

dimana C_s : konsentrasi jenuh gas pada suhu operasi

C : konsentrasi gas pada waktu t

Karena difusi molekul gas melalui cairan yang terjadi pada laju rendah, hanya sedikit sekali pengaruhnya terhadap efisiensi proses pada semua tipe aerator. Maka untuk efisiensinya harus secara kontinyu diciptakan perubahan luas permukaan yang luas dimana kontak langsung terjadi dan penukaran tempat dilakukan air dan udara.

Perubahan ini dapat dijelaskan dengan mengintegrasikan persamaan (2.5) yang merupakan persamaan yang diberikan oleh Lewis dan Whitman serta diskusinya dengan Henry.

$$C_s - C_t = (C_s - C_o) 10^{-kla \cdot t} \quad \text{atau} \\ C_s - C_t = (C_s - C_o) 10^{-k A/V t} \quad (2.6)$$

pada penyerapan gas

$$C_t = C_s - (C_s - C_o) 10^{-k A/V t} \quad (2.7)$$

pada pelepasan gas

$$C_t = C_s - (C_o - C_s) 10^{-k A/V t} \quad (2.8)$$

Persamaan diferensialnya menunjukkan :

1. Pada waktu t tertentu laju perpindahan gas berbanding lurus dengan selisih antara konsentrasi jenuh gas (C_s) dengan konsentrasi akhir gas (C_t) dalam air.

2. Laju perpindahan gas berbanding lurus dengan perbandingan antara luas area yang dihasilkan dengan volume air.
3. Laju perpindahan gas berbanding lurus dengan koefisien perpindahan gas, yang mana hal ini tergantung pada derajat difusi gas yang bersangkutan dan tahanan selaput tipis gas
4. Total jumlah gas yang dipindahkan menjadi lebih besar berkaitan dengan ditingkatkannya waktu aerasi.
5. Prosentase perubahan defisit jenuh gas ($c_s - c_t$) ataupun perubahan surplusnya ($c_t - c_s$) dalam waktu t tertentu adalah konstan, dihitung dari defisit atau surplusnya pada permulaan periode.
6. Suhu dan tekanan merupakan faktor yang penting karena ini berpengaruh pada kelarutan (c_s). Dan suhu dapat mempengaruhi derajat difusi dan tahanan selaput tipis algae, sehingga dengan demikian juga merubah harga k .

2.2. Gas Transfer

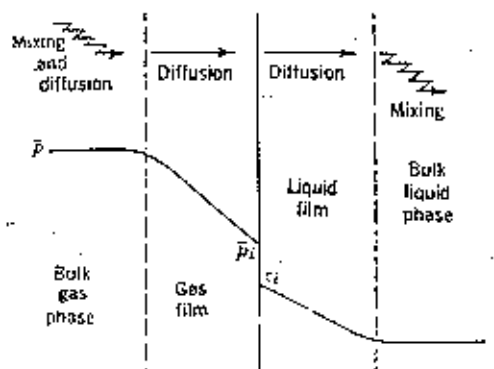
2.2.1. Definisi

Gas transfer adalah suatu fenomena fisik dimana molekul-molekul gas berpindah tempat dari fase gas ke fase cair atau sebaliknya melalui interface gas-cair.

Proses perubahan ini menghasilkan dua tipe perubahan konsentrasi gas yaitu :

1. Dalam kondisi fase cair melebihi kejenuhan, maka akan terjadi penurunan konsentrasi. Dalam hal ini terjadi desorbsi atau stripping senyawa-senyawa yang mudah menguap.
2. Dalam kondisi fase cair tidak jenuh, maka akan terjadi suatu peningkatan konsentrasi gas pada tekanan dan temperatur tertentu. Dalam hal ini terjadi penyerapan (absorpsi) gas.

2.2.2. Proses Transfer Gas



Gambar 2.1 Proses transfer gas

Pada saat gas melarut dalam air, proses yang terjadi pada umumnya diperlukan sebagai transfer massa melalui empat tahapan yang relatif berbeda :

Tahap I. Menyangkut pelewatan dari gas melalui fase uap menuju ke interface gas likuida.

- II. Kemudian gas tersebut harus melewati suatu film gas pada bagian uap dari interface gas-likuida.
- III. Setelah itu gas harus melalui film likuida pada bagian likuida dari interface.
- IV. Akhirnya gas harus menyebar ke seluruh (bulk) dari likuida.

Menurut teori film Lewis dan Whitman (ref 11), batas interface dalam fase gas dan likuida dan laju lewatnya ditentukan oleh ketebalan film, seperti terlihat pada gambar 2.1. Ketebalan film itu sendiri merupakan fungsi viskositas kinetis, dapat ditumbuhkan dengan jalan mengguncang (sehingga menimbulkan turbulensi) pada fase gas maupun likuida.

2.2.3. Difusi Gas

Laju difusi molekular yang melalui film tergantung dari luasan interface, gradient konsentrasi dalam komponen film seperti pada persamaan :

$$dw/A \, dt = -K_d(g) (P_g - P_i) = -K_d(l) (C_i - C_o) \quad (2.9)$$

dimana

$dw/(A \, dt)$: berat gas melewati satu satuan luas dalam satu satuan unit.

P_g dan P_i : tekanan parsial pada gas itu sendiri dan tekanan parsial gas pada interface.

C_i dan C_l : Konsentrasi gas pada interface dan pada keseluruhan (bulk) likuida .

$k_d(g)$ dan $k_d(l)$: film difusi atau koefisien transfer pada gas dan pada likuida.

Pada peristiwa perpindahan massa dari gas ke likuida terdapat tiga kondisi umum yaitu :

1. Gas sangat mudah larut dalam likuida, seperti amoniak dalam air.

Dalam keadaan seperti ini yang mengontrol perpindahan massa adalah tahanan dari fase gas, oleh karena itu transfer gas bisa ditingkatkan dengan menurunkan ketebalan film gas dengan jalan mengguncang untuk meningkatkan turbulensi.

2. Daya larut gas dalam likuida rendah seperti O_2, N_2, CO_2 dalam air.

Dalam kondisi ini, tahanan yang mengontrol terletak pada fase likuida untuk meningkatkan transfer gas dengan jalan menaikkan turbulensi pada fase likuida.

3. Untuk gas dengan daya larut diantara kedua kondisi diatas seperti H_2S dalam air . Pengaruh kedua film gas dan likuida tetap penting. Untuk meningkatkan transfer gas dengan jalan menaikkan turbulensi pada kedua fase.

2.2.4. Kelarutan Gas Dalam Air

Kelarutan gas di dalam air dan juga pada cairan lain tergantung pada : (ref 1)

- Sifat dari gas, umumnya digambarkan oleh koefisien spesifik gas, koefisien distribusi K_D .
- Konsentrasi masing-masing gas di dalam fase gas yang dihubungkan dengan masing-masing tekanan parsial di dalam fase gas.
- Temperatur dari air
- Impuriti yang terkandung di dalam air.

Udara adalah suatu campuran dari gas-gas, terutama terdiri dari nitrogen dan oksigen, dengan sedikit prosentase karbon dioksida dan gas-gas jarang. Dengan perkecualian terhadap karbon dioksida tak satupun dari gas-gas tersebut bereaksi secara kimia dengan air. Jadi mereka masing-masing larut dalam air seperti ditegaskan dalam hukum Henry.

Hukum Henry menyatakan terhadap pengamatanya pada larutan encer yaitu, pada keadaan setimbang konsentrasi suatu gas yang terlarut dalam suatu cairan tepat sebanding dengan tekanan parsialnya dalam fase gas kontak dengan larutan ;

$$C_s = K_H P \quad (2.10)$$

dimana , C_s : konsentrasi jenuh gas dalam larutan (ml/l)

P : tekanan parsial (fraksi volum)

K_H : ml/l

Pada suhu dan tekanan standar (STP, 0°C dan 1 Atm) satu mol setiap gas akan menempati volume 22,4 l. Dengan mengetahui berat molekul gas yang diberikan maka mudah mengubah nilai P dan C_s dari ml/l ke mg/l.

Suatu peningkatan temperatur, padatan terlarut akan mempengaruhi kejenuhan oksigen dalam air murni seperti ditunjukkan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kelarutan oksigen di dalam air

Temperature °C	Oxygen Solubility mg/L					
	Chlorinity: 0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0
0.0	14.621	13.728	12.888	12.097	11.355	10.657
1.0	14.216	13.356	12.545	11.783	11.066	10.392
2.0	13.829	13.000	12.218	11.483	10.790	10.139
3.0	13.460	12.660	11.906	11.195	10.526	9.897
4.0	13.107	12.335	11.607	10.920	10.273	9.664
5.0	12.770	12.024	11.320	10.656	10.031	9.441
6.0	12.447	11.727	11.046	10.404	9.799	9.228
7.0	12.139	11.442	10.783	10.162	9.576	9.023
8.0	11.843	11.169	10.531	9.930	9.362	8.826
9.0	11.559	10.907	10.290	9.707	9.156	8.636
10.0	11.288	10.656	10.058	9.493	8.959	8.454
11.0	11.027	10.415	9.835	9.287	8.769	8.279
12.0	10.777	10.183	9.621	9.089	8.586	8.111
13.0	10.537	9.961	9.416	8.899	8.411	7.949
14.0	10.306	9.747	9.218	8.716	8.242	7.792
15.0	10.084	9.541	9.027	8.540	8.079	7.642
16.0	9.870	9.344	8.844	8.370	7.922	7.496
17.0	9.665	9.153	8.667	8.207	7.770	7.356
18.0	9.467	8.969	8.497	8.049	7.624	7.221
19.0	9.276	8.792	8.333	7.896	7.483	7.090
20.0	9.092	8.621	8.174	7.749	7.346	6.964
21.0	8.915	8.456	8.021	7.607	7.214	6.842
22.0	8.743	8.297	7.873	7.470	7.087	6.723
23.0	8.578	8.143	7.730	7.337	6.963	6.609
24.0	8.418	7.994	7.591	7.208	6.844	6.498
25.0	8.263	7.850	7.457	7.083	6.728	6.390
26.0	8.113	7.711	7.327	6.962	6.615	6.285
27.0	7.968	7.575	7.201	6.845	6.506	6.184
28.0	7.827	7.444	7.079	6.731	6.400	6.085

2.3. Proses Oksidasi

Oksidasi kimia merupakan suatu proses dimana keadaan status oksidasi suatu substansi dinaikkan. Sedangkan reduksi kimia adalah suatu proses dimana status oksidasi diturunkan.

Tujuan melakukan oksidasi dalam air merupakan usaha untuk mengubah spesi-spesi kimia yang tidak dikehendaki menjadi spesi-spesi yang tak berbahaya.

Proses oksidasi kimiawi telah digunakan sejak abad XVIII untuk mengubah substansi-substansi yang dikehendaki yang ada dalam air melalui cara aerasi. Karena proses aerasi mempunyai tujuan meningkatkan oksigen terlarut dalam air yang berfungsi sebagai oksidan dalam proses oksidasi.

2.3.1. Penggunaan Oksigen Sebagai Oksidan

Banyak metode pengolahan yang dipakai untuk menurunkan besi dan mangan dari bentuk Fe (II) dan Mn (II) terlarut menjadi Fe (III) dan Mn (IV) yang bisa mengendap dalam air, dian larnya dengan oksidasi.

Oksidasi besi (II) dan mangan (II) dengan memakai oksigen sebagai oksidannya seperti ditunjukkan dalam persamaan berikut ini



2.3.2. Kinetika Oksidasi Besi II dengan Oksigen

Stumm dan Lee (1961) pada range pH netral melakukan penelitian tentang kinetika reaksi yang menghasilkan laju oksidasi sebagai berikut :

$$d(\text{Fe}^{2+})/dt = -K (\text{P}_{\text{O}_2})(\text{OH}^-)^2(\text{Fe}^{2+}) \quad (2.12)$$

dimana , $d(\text{Fe}^{2+})/dt$: laju oksidasi (mole/lt/min)

K : konstanta reaksi

P_{O_2} : tekanan parsial oksigen dalam gas
(atm)

(OH^-) : konsentrasi hidroksil (mole/l)

(Fe^{2+}) : konsentrasi besi (mole/l)

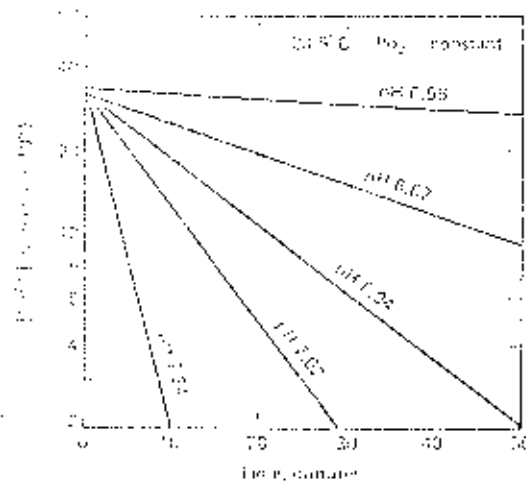
Untuk jelasnya konstanta reaksi dapat dikenalkan yang berbentuk :

$$K_{\text{app}} = K (\text{P}_{\text{O}_2}) (\text{K}_w)^2 / (\text{H}^+)^2 \quad (2.13)$$

Apabila persamaan 2.12 didistribusikan ke persamaan 2.13 akan menjadi :

$$d(\text{Fe}^{2+})/dt = -K_{\text{app}}(\text{Fe}^{2+}) \quad (2.14)$$

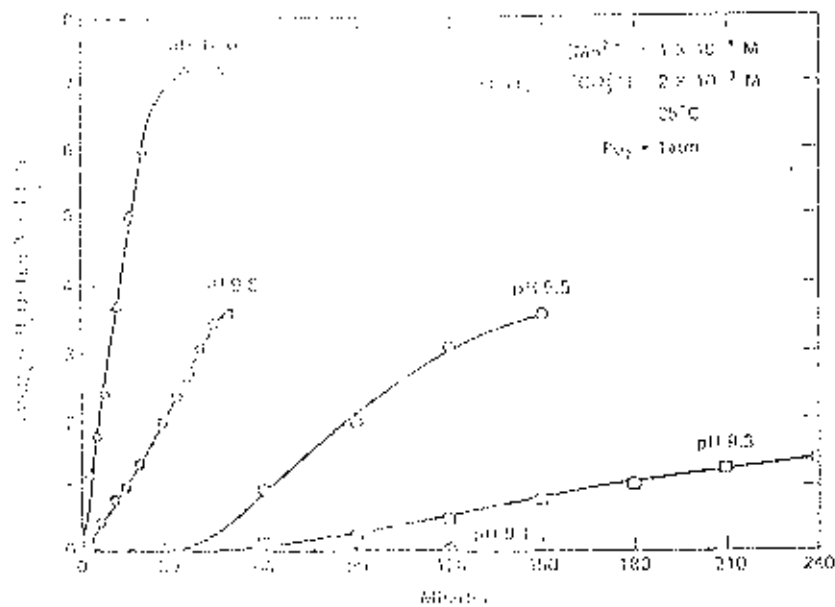
yang menggambarkan oksidasi besi(II) dengan oksigen merupakan orde reaksi tingkat satu. Kenyataan ini dapat dilihat pada gambar 2.2 yang menggambarkan untuk spesifik pH pada plot (Fe^{2+}) Vs waktu pada kertas semi log menunjukkan garis lurus



Gambar 2.2. Hubungan antara kecepatan oksidasi besi dengan pH

2.3.3. Kinetika Oksidasi Mangan (II) dengan oksigen

Morgan (1967a, 1967 b), melakukan penelitian tentang kelakuan kinetika dari $\text{Mn (II)-O}_2\text{-H}_2\text{O}$. Pengamatannya menunjukkan bahwa laju oksidasi mangan (II) dengan oksigen sangat rendah pada pH di bawah 9.5 dan tak mengikuti orde reaksi satu seperti yang digambarkan oksidasi besi (II) dengan oksigen. Seperti diperlihatkan gambar 2.3



Gambar 2.3 : Oksidasi mangan (II) (Morgan, 1967)

2.4. Bangunan Aerasi

Pada prakteknya, aerasi mempunyai dua type bangunan aerasi dalam perkembangannya ,yaitu

- 1.Type terjunan, untuk memperoleh lapisan tipis air pada atmosfer. Bentuk ini antara lain cascade, multiple tray, spray aerator.
- 2.Type gelembung udara, membentuk gelembung udara di dalam air. bentuk ini antara lain difuser air, packed column.

2.4.1. Type Air Terjunan

1. Cascade aerator

Prinsip utamanya adalah menyebarkan air sebanyak mungkin serta mengalirkannya melalui rintangan yang menyebabkan turbulensi. Type yang paling sederhana adalah struktur dari beton yang menyebarkan air dan mengkontakkannya dari satu level ke level yang lain.

Perbandingan permukaan volume dan waktu yang diperlukan untuk kerja aerator type ini soka diperkirakan. Waktu dapat diperpanjang dengan meningkatkan anak tangga. Perbandingan luas area dan volume dapat ditingkatkan dengan menambah baffle untuk meningkatkan turbulensi.

2. multiple tray aerator

Aerator jenis ini terdiri dari seri tray yang dilengkapi dengan plat berlubang yang saling berhubungan dengan alasnya yang mampu mendistribusikan dan menjatuhkan air dalam bak penampung di bawahnya.

Di dalam multiple tray sering ditambahkan media kasar seperti batu, batu bara, keramik dengan ukuran 2 sampai 6 in yang ditempatkan pada permukaan tray dengan tujuan untuk memperbaiki efisiensi perpindahan gas, penyebaran air dan tempat yang menguntungkan sebagai efek katalisa penurunan dalam oksidasi mangan.

Pada prakteknya jumlah tray yang dipakai adalah 3

sampai dengan 9 tray. Dengan jarak antar tray 12 sampai 30 in. Sedang bahan yang dipakai bisa digunakan dari stainless steel, aluminium, dan kayu.

3. spray aerator

Aerator jenis ini terdiri atas lubang-lubang semprot di sepanjang kisi-kisi pendistribusian pipa, dimana air disemprotkan ke udara seperti air mancur. Waktu yang diperlukan untuk tiap tetes semprot tergantung pada kecepatan awal dan trayektnya. Dimana ukuran tetesan (sebagai perbandingan area dan volume A/V) merupakan gerak dispersi celah-celah semprotnya.

Desain lubang seprot sangat penting untuk mendapatkan dispersi air yang optimum. Lubang semprot mengubah bentuk air dari yang berpenampang jelas sampai pada gerak memutar.

2.4.2. Difuser Air Aerator

Aerator type ini bisa berbentuk tangki persegi panjang atau lingkaran dimana tabung difuser yang berpori disisipkan dekat bagian bawah dari tangki tersebut, udara bertekanan diinjeksikan sepanjang sistem untuk menghasilkan gelembung-gelembung halus yang muncul di dalam air sehingga didapatkan turbulensi pada perubahan permukaan secara kontinyu.

Waktu aerasi dibutuhkan aerator type ini lebih lama dari

pada air terjun, karena kecepatan rata-rata munculnya gelembung lebih lama dari pada curahan tetesan air.

2.4.3. Packed column

Packed column merupakan suatu silinder tegak panjang dan berisi bahan packing yang mempunyai luas permukaan yang besar. Fase likuida masuk dari bagian atas kolom, kemudian dibagi merata dengan menggunakan distributor sprayer atau nozzle agar likuida dapat menurun secara merata. Melalui rongga-rongga yang ada pada packed bed membuka permukaan kontak gas yang besar. Sedang fase gas dari bawah naik ke atas melalui rongga-rongga yang rumit tersebut dan terjadi kontak antara fase gas dan fase likuida.

2.5. Keberadaan Fe, Mn dan CO₂

2.5.1. Besi dan Mangan

Besi dan mangan adalah unsur-unsur alamiah dari tanah dan batuan. Keberadaan besi dan mangan dalam air tanah biasanya berhubungan dengan pelarutan batuan dan mineral, terutama oksida, sulfida, karbonat dan silikat yang mengandung logam tersebut.

Besi terdapat dalam mineral silikat pada batuan api, pyroxene, amphibole dan mika. Besi juga terdapat dalam berbagai bentuk variasi oksida seperti magnetit (Fe_3O_4),

hematit (Fe_2O_3) dan limonit ($2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). Disamping itu mineral sulfida dan karbonat juga sumber penting dari besi, meliputi pyrite (FeS_2) dan siderit (FeCO_3).

Tabel 2.2. Mineral yang mengandung besi dan mangan

Formula	Mineralogical name
$\text{Fe}_{0.95}\text{O}$	Wüstite
Fe_2O_3	Hematite
$2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Limonite
Fe_3O_4	Magnetite
FeS	Troilite
FeS_2	Pyrite
FeCO_3	Siderite
Fe_2SiO_4	Fayalite
FeOOH	Goethite
MnO	Manganosite
Mn_3O_4	Hausmannite
$\gamma\text{-MnOOH}$	Manganite
$\beta\text{-MnO}_2$	Pyrolusite
MnCO_3	Rhodochrosite
MnS	Alabastrite
MnSiO_3	Rhodonite
Mn_2SiO_4	Teplowitzite

Sedang mangan banyak terdapat dalam batuan sedimen dan metamorfosa. Oksida mangan seperti magnetit (MnOOH), pyrolusite (MnO_2), dan hausmannite (Mn_3O_4)

Tabel 2.2. menunjukkan mineral yang mengandung besi dan mangan.

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa mineral yang mengandung mangan kurang melimpah dibanding besi, dengan kata

lain besi lebih banyak ditemukan dari pada mangan dalam air tanah.

Besi berada pada keadaan oksidasi +2 dan +3 sedangkan mangan berada pada keadaan oksidasi +2,+3,+4,+6.

Seperti yang ditunjukkan Morgan dan Stumm (1964), bahwa di dalam air yang mengandung oksigen terlarut, besi (III) dan mangan (IV) lebih stabil keadaan oksidasinya dari pada besi dan mangan.

Berbagai bentuk kimiawi diasosiasikan dengan dua bentuk di atas sangat insoluble, menunjukkan bahwa air yang mengandung oksigen terlarut akan mengandung lebih sedikit besi dan mangan yang soluble.

2.5.1.1. Pengaruh Besi dan Mangan Dalam Air

Menurut Breland dan robinson (1967) adanya jumlah tertentu dari logam kedua ini dalam suatu suplai air dapat mengakibatkan masalah bagi konsumen.

Permasalahan yang ditimbulkan oleh besi

1. Konsentrasi dalam jumlah besar memberi rasa dan bau pada air.
2. Produksi industri, seperti kertas, tekstil atau kulit bisa memudurkan warna.
3. Meninggalkan noda pada pakaian, porselin dan peralatan dapur.

4. Mempercepat penyumbatan pada pipa-pipa dengan adanya peningkatan pertumbuhan massa gelatin bakteri besi. bakteri besi tersebut menyebar dan menimbulkan air merah.

Permasalahan yang ditimbulkan adanya mangan hampir sama dengan besi .

1. Dapat menyebabkan rasa pada konsentrasi tinggi
 2. Peralatan dapur ternoda coklat sampai kehitam-hitaman
- Karena kondisi yang merugikan akibat kedua logam ini maka EPA menyarankan agar konsentrasi besi dan mangan untuk air minum tidak lebih dari 0,3 mg/l dan 0,05 mg/l. Segala air yang konsentrasinya lebih dari yang telah disarankan harus dipertimbangkan untuk diolah.

2.5.1.2. Metode untuk mengurangi Besi dan Mangan

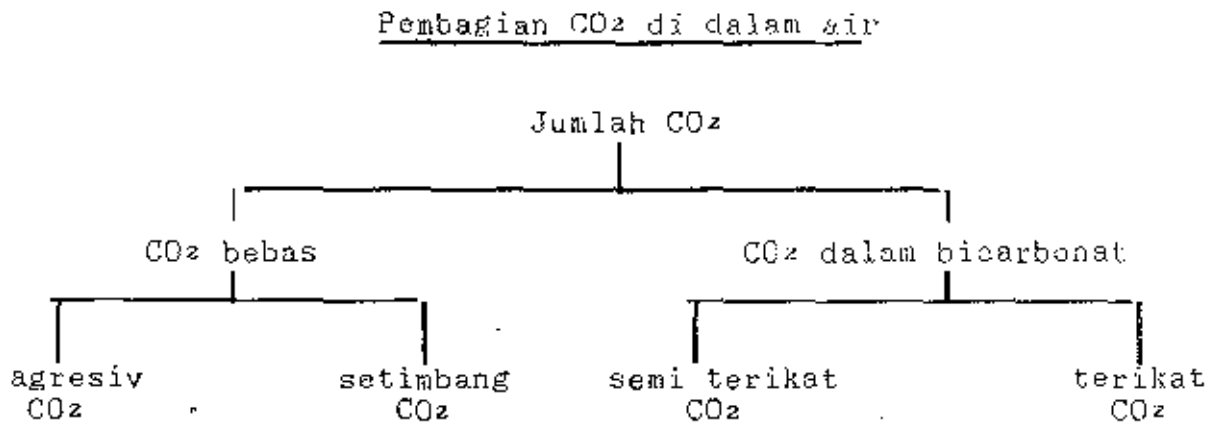
Reh (1972) menunjukkan bahwa proses yang sering digunakan untuk menurunkan besi dan mangan dari air adalah

1. Oksidasi dengan oksigen, chlor, atau potasium permanganat yang diikuti dengan pengendapan dan penyaringan.
2. Ion Exchange, proses pemindahan ion dengan mempergunakan media pemisah zeolit.
3. Stabilisasi, dimana pemisahan besi dan mangan seperti proses pelunakan air.

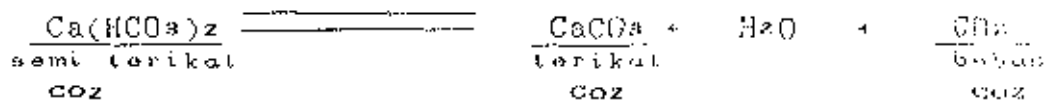
Sebagai catatan, bentuk organik besi dan mangan tidak efektif diturunkan dengan oksidasi, melainkan dengan koagulasi alum diikuti dengan pengendapan dan penyaringan.

2.5.2. CO₂

Air tanah dan permukaan mengandung jumlah karbon dioksida dalam bentuk terikat dan bebas, seperti terlihat di dalam diagram di bawah ini.



Kalsium bikarbonat, keberadaannya dalam kondisi tidak stabil di dalam larutan air, keberadaannya untuk menjaga kehilangan asam karbonat dan presipitat CaCO₃.

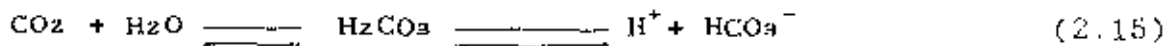


Air alam mungkin mengandung jumlah CO₂ bebas lebih besar dari pada yang diperlukan untuk mempertahankan Kalsium bicarbonat dalam larutan.

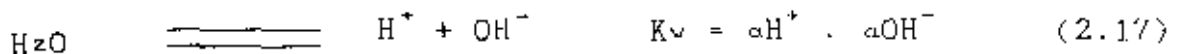
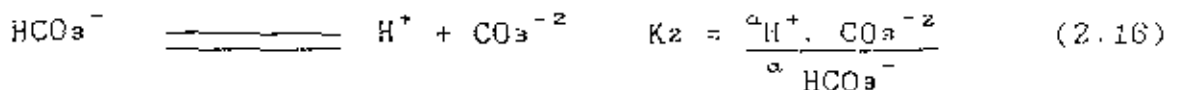
Apabila CO_2 bebas lebih besar dari pada CO_2 setimbang akan mengakibatkan agresiv dan apabila CO_2 bebas kurang dari CO_2 setimbang akan menjadi scale forming.

2.5.2.1. Metode untuk mengurangi CO_2

Untuk menurunkan CO_2 di dalam air terlebih dahulu kita lihat hubungan kesetimbangan disosiasi dibawah ini :



$$K_1 = \frac{a_{\text{H}^+} \cdot a_{\text{HCO}_3^-}}{a_{(\text{CO}_2^*)}}$$



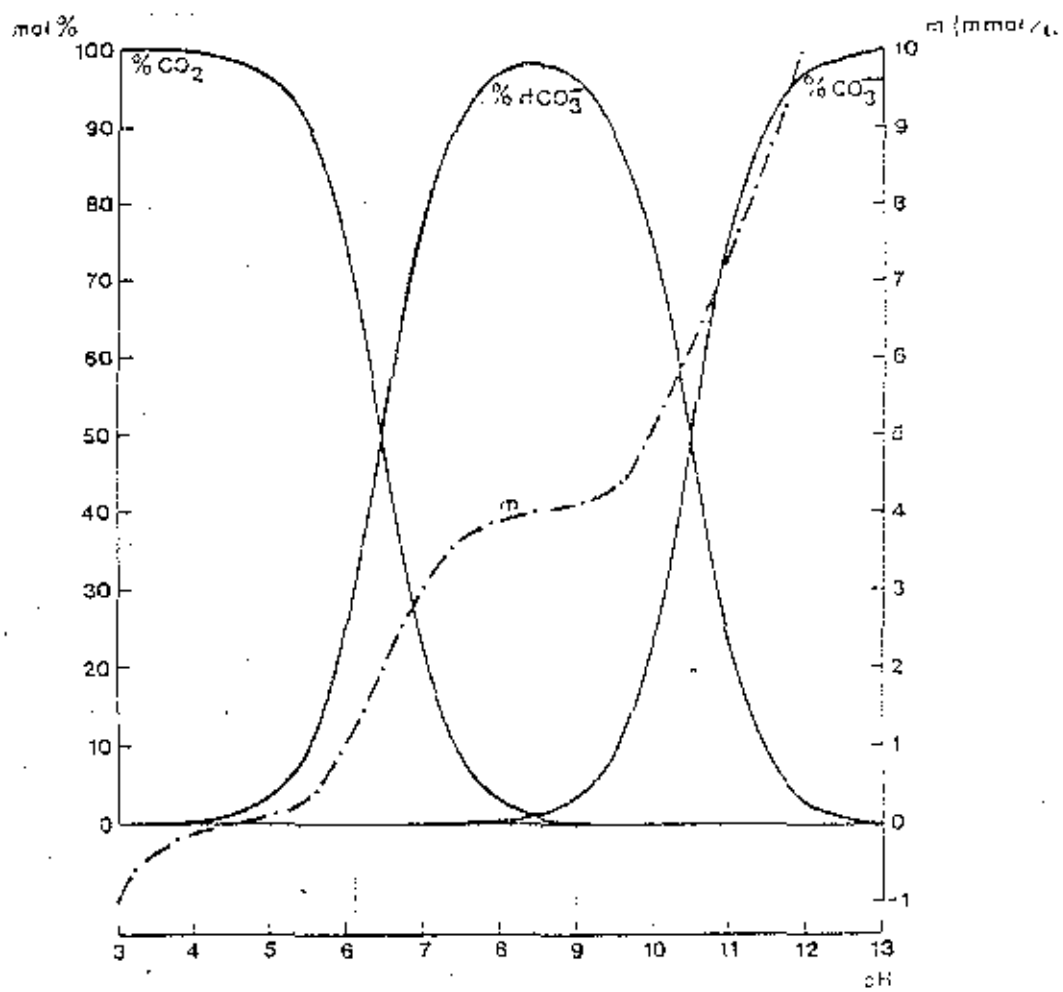
Apabila tidak ada perubahan dari CO_2 antara atmosfer dan air, pengaruh pH pada masing-masing jumlah karbon dioksida bentuk terikat dan bentuk bebas dapat dihitung dari persamaan (2.15) dan (2.16) dan dari persamaan di bawah ini

$$\text{CT} = (\text{CO}_2^*) + (\text{HCO}_3^-) + (\text{CO}_3^{2-}) = \text{constan} \quad (2.18)$$

Perhitungan lebih jauh untuk perbedaan nilai pH dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini

Dari gambar 2.4 dapat disimpulkan bahwa untuk

- pH < 8,1 biasanya di dalam air alam hanya CO_2 total dan HCO_3^- yang ada, sedang konsentrasi CO_3^{2-} dapat diabaikan.
- pH > 8.5 konsentrasi CO_2 total dapat diabaikan.

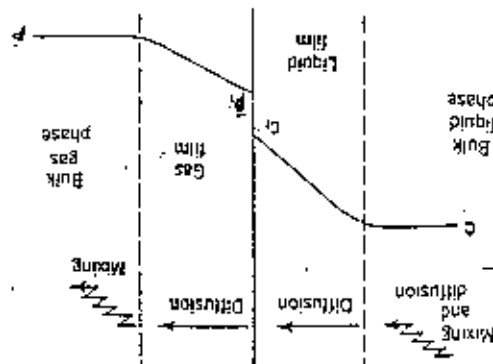


Gambar 2.4 : Sistem CO₂ total - HCO₃⁻ - CO₃²⁻ di air pada suhu 10°C

CO₂ yang berada di dalam air dapat dikurangi dengan cara proses fisik dan kimia.

2.5.2..1.1. Cara fisik

Pengurangan CO₂ secara fisik dapat dilakukan dengan cara aerasi dengan proses desorpsi.



Gambar 2.4. : Proses desorpsi gas CO₂

Pada saat gas lepas dari air, proses yang terjadi adalah sebagai transfer massa melalui empat tahapan yang relatif berbeda.

- Tahap 1. Menyangkut pelewatan gas dari dalam likuida melalui fase uap menuju ke interface gas likuida.
2. Kemudian gas tersebut harus melewati suatu film likuida pada bagian likuida dari interface gas likuida.
3. Kemudian gas harus melewati suatu film gas pada bagian uap dari interface gas likuida.
4. Akhirnya gas harus menyebar ke seluruh (bulk) dari gas.

Sedang bangunan aerasi yang biasa dipakai untuk menurunkan CO₂ adalah :

1. Multiple tray aerator

Multiple tray aerator dapat menurunkan CO₂ sampai 90 %, dengan jumlah tray antara 4 sampai 9 buah, Sedang perumusan yang dipakai adalah :

$$C_n = C_o 10^{-Kn} \text{ , dimana}$$

C_n : Konsentrasi CO₂ setelah melewati tray ke n , mg/l.

C_o : Konsentrasi awal CO₂ , mg/l

K : Koefisien, (0.12 - 0.16)

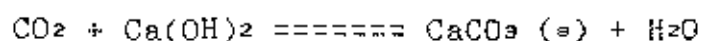
n : Jumlah tray

2. Cascades aerator

Cascades aerator dapat menurunkan CO₂ bisa sampai 25 % samapai 50 %, dengan jumlah tower 4 sampai 6 buah dengan ketinggian 0.5 m.

2.5.2.2. Cara kimia

Pengurangan CO₂ secara kimia biasanya berhubungan erat dengan kondisi pH dan alkalinity air tersebut, seperti dijelaskan dalam gambar 2.4. Dapat juga diturunkan dengan penambahan kapur yang akhirnya membentuk CaCO₃, seperti reaksi kimia dibawah ini



BAB 3

MATERIAL DAN METODOLOGI

3.1. Umum

Dalam bab metodologi ini yang akan dibahas adalah mengenai segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan penelitian tugas akhir ini. Metodologi di dalam suatu penelitian mempunyai arti yang sangat penting, dimana fungsi dari metodologi ini adalah untuk :

- Mempermudah di dalam pelaksanaan penelitian.
- Melatih dan membiasakan diri agar disiplin dalam melaksanakan pekerjaan.
- Mengurangi atau memperkecil tingkat kesalahan dalam pelaksanaan penelitian.
- Mengevaluasi terhadap segala sesuatu yang telah dilaksanakan.

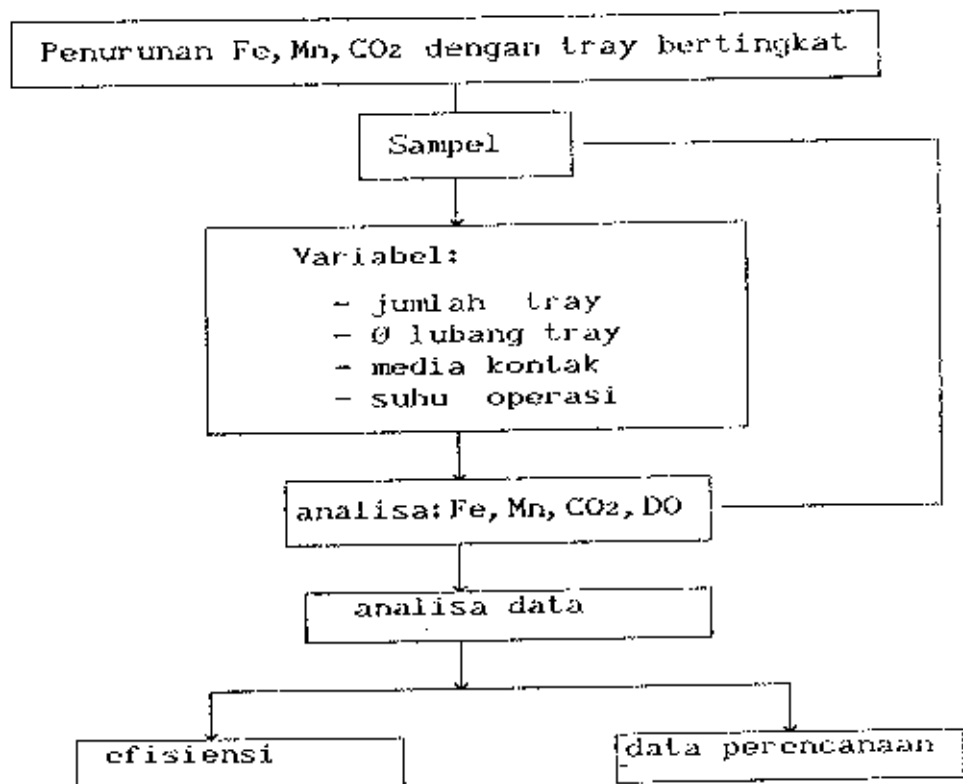
Masalah-masalah yang akan dibahas di dalam bab metodologi ini adalah mengenai :

- Kerangka penelitian , yang mana di dalamnya akan dijelaskan atau diuraikan dasar-dasar pemikiran mengenai pemilihan sampel dan juga mengenai masalah pemilihan variabel yang akan diteliti.
- Metode penelitian, yang akan membahas mengenai proses penelitian dan metode analisa yang dilaksanakan.
- Analytical quality control, yang akan membahas

- tentang akurasi dan presisi data penelitian.
- Tahapan pelaksanaan penelitian, yang akan menguraikan mengenai tahapan pelaksanaan, mulai dari persiapan peralatan yang digunakan, pengambilan sampel, hingga prosedur pelaksanaan penelitian.

3.2. Kerangka penelitian

Kerangka penelitian dalam tugas akhir ini secara lengkapnya dapat dilihat dalam diagram alir di bawah ini.



3.2.1. Pemilihan sample

Sesuai dengan tugas akhir ini, sampel yang digunakan dalam penelitian adalah sampel asli, yaitu langsung memanfaatkan air baku dari sumur bor PDAM Blitar; dengan pertimbangan dapat mewakili kenyataan yang ada.

Sedangkan pengambilan sampel air dilakukan dengan pompa yang telah terpasang di sumur bor tersebut.

3.2.2. Variabel obyek penelitian

Dalam penelitian penurunan kadar Fe, Mn, CO₂ dengan memakai tray bertingkat perlu adanya variabel yang harus diteliti, namun dengan terbatasnya waktu, tenaga dan biaya peneliti

dipilih beberapa variabel saja.

Dengan harapan variabel-variabel yang akan dipakai dapat mewakili dalam pengambilan keputusan untuk mengetahui seberapa besar penurunan Fe, Mn, CO₂ dengan memakai tray bertingkat.

Adapun variabel-variabel yang dipilih adalah:

- Jumlah tray
- Diameter lubang tray
- Media kontak
- Suhu operasi

Dengan pemilihan beberapa variabel di atas, diharapkan adanya hubungan antara reduksi Fe, Mn, CO₂ dan variabel tersebut dalam tray bertingkat.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Proses penelitian

Proses penelitian yang dilakukan adalah proses aerasi dan oksidasi yang diikuti dengan pengendapan .

3.3.2. Metode analisa

Dalam memilih metode analisa ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

- Tujuan dari penelitian
- Ketersediaan bahan dan peralatan yang ada

Adapun metode analisa yang digunakan antara lain :

- Untuk pengukuran pH digunakan alat pH meter
- Untuk analisa DO digunakan metode titrasi Winkler
- Untuk analisa CO₂ agresif digunakan metode penentuan CO₂ bebas dengan nilai HCO₃⁻ dengan memakai titrasi dan diagram Tilmans.
- Untuk analisa Fe digunakan metode spektrofotometri
- Untuk analisa Mn digunakan metode spektrofotometri

3.4. Analytical Quality Control

Tujuan analytical quality control adalah untuk menjamin ketepatan (akurasi) dan ketelitian (presisi) dari data kualitas air hasil pengukuran yang diperoleh. Akurasi dan presisi data kualitas air menunjukkan mutu data penelitian

Yang dimaksud dengan akurasi di sini adalah perbedaan antara nilai rata-rata data pengukuran dengan nilai pengukuran sebenarnya, sedangkan presisi data ditunjukkan dengan penyebaran data pengukuran di sekitar nilai rata-rata. Presisi data dinyatakan dengan standar deviasi pengukuran.

Ada 2 macam Analytical Quality Control, yaitu internal dan external Analytical Quality Control. Internal Analytical Quality Control dilakukan oleh masing-masing individu, sedangkan external dilakukan antar laboratorium. Dalam penelitian ini internal Analytical Quality Control yang dipakai karena peneliti melakukan analisa sendiri.

Jaminan kualitas analisa di dalam laboratorium tergantung dari beberapa faktor, diantaranya :

- Personal yang berpengalaman dan terlatih
- Adanya peralatan dan fasilitas yang memenuhi syarat.
- Kalibrasi peralatan yang digunakan.

Program Analytical Quality yang baik terdiri dari 3 faktor, yaitu :

- Hanya menggunakan metode yang telah diuji bersama dan dapat diterima (dinyatakan dalam standar methodo).
- Secara rutin menganalisa sampel standar (pengontrol) minimum setiap saat menganalisa sampel.
- Untuk external AQC laboratorium diharuskan menganalisis beberapa sampel standard dalam waktu tertentu, untuk mengetahui apakah laboran/analisis mempunyai kemampuan memperoleh hasil yang dapat diterima.

3.4.1. Internal AQC

Dalam bagian ini akan dibahas tentang pelaksanaan program AQC, control chart, dan kesalahan dalam melaksanakan analisa.

3.4.1.1. Pelaksanaan program AQC

Untuk melaksanakan program AQC ini, langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Membuat larutan standar Fe, Mn serta reagen yang diperlukan sesuai dengan buku pegangan.

2. Timbangan analisa harus dikalibrasi dengan berat standar yang telah diketahui.
3. Peralatan yang terbuat dari gelas, seperti buret harus dikalibrasi. Gelas erlenmeyer yang akan digunakan harus dibebaskan dari zat organik.
4. Setiap kali menganalisa, larutan-larutan yang digunakan harus distandarisasi dahulu.
5. Secara berturut-turut larutan standar dianalisa sehingga terkumpul data analisa sebanyak 30 data. Dari ke 30 data tersebut dicari nilai rata-rata dan dibuat histogram. Kemudian dicari selisih/perbedaan nilai rata-rata dengan nilai konsentrasi larutan standar. Perbedaan ini merupakan ukuran akurasi data. Presisi analisa data diketahui dengan mencari nilai standar deviasi. Bila belum mencapai target akurasi dan presisi, maka langkah-langkah di atas harus diulangi.

3.4.1.2. Control chart

Untuk mengontrol apakah analisa yang dilakukan cukup teliti atau tidak dibuat control chart dari histogram.

- Sebelum melakukan analisa terhadap sampel terlebih dahulu dilakukan analisa terhadap larutan standart.
- Apabila dari hasil analisa larutan standar, selisih antara rata-rata data dengan nilai sebenarnya tidak melebihi nilai standar deviasinya (σ) berarti data

cukup akurat. Dan apabila dari hasil analisa penyebaran data di sekitar nilai rata-rata pada control chart tidak melebihi batas atas ($\bar{x} + 2s$) dan batas bawah ($\bar{x} - 2s$), maka data dapat dikatakan cukup teliti dan penelitian dapat dilanjutkan.

Faktor-faktor penunjang dalam ketelitian dan ketepatan analisa adalah :

- Kondisi analisis
- Kondisi laboratorium dan peralatannya
- Kondisi reagen-reagen yang digunakan apakah sudah tepat konsentrasinya.
- Penerapan metode analisa yang dipilih.

3.4.1.3. Kesalahan dalam pelaksanaan analisa

Kesalahan dalam melakukan analisa di laboratorium sering terjadi adalah kesalahan yang tidak diinginkan yang sangat sulit dihindari misalnya : buta warna, reagen yang tak layak pakai.

Bila sebuah metode telah dipilih, kesalahan dapat dikurangi dengan cara :

1. Menggunakan peralatan dengan baik dan benar.
2. Setiap kali menggunakan alat ukur harus dikalibrasi
3. Menerapkan kebiasaan kerja dengan teratur dan bersih.
4. Peralatan gelas harus bebas kontaminasi serta benar

cara pemakaiannya.

5. Membuat dan melaksanakan program pemeliharaan dan pemeriksaan secara teratur.
6. Pembuatan larutan standar secara teliti, tidak boleh tercemar.
7. Memperbaiki kesalahan-kesalahan individu dengan jalan mengingat prosedur kerja dengan disiplin.

3.5. Tahapan pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian ini pada dasarnya dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu :

1. Tahap pertama , melakukan percobaan aerasi ,pengendapan yang dilakukan pada tempat terbuka di lokasi PDAM Kodya Blitar dan analisa kandungan oksigen terlarut & CO_2 .
2. Tahap kedua, melakukan analisa Fe,Mn yang dilaksanakan di laboratorium Teknik Penyehatan FTSP-ITS.

3.5.1. Persiapan Peralatan Dan Pembuatan Reagen

persiapan peralatan meliputi :

- Persiapan model tray aerator dengan perlengkapannya
- Alat ukur berat/timbangan yang telah dikalibrasi
- Spektrofotometer dan perlengkapannya
- Buret 25 ml, 50 ml
- Pipet takar/ukur 10 ml - 50 ml
- Labu takar 500 ml, 100 ml

-Gelas Erlenmeyer 50 ml, 100 ml

-Botol winkler

Peralatan yang terbuat dari bahan gelas, sebelum digunakan harus dicuci dahulu menggunakan larutan asam agar terbebas dari zat-zat organik. Spektrofotometer dan alat timbang digunakan sesuai dengan petunjuk yang ada.

Pembuatan reagen untuk analisa di laboratorium

1. Analisa Oksigen terlarut

*. Larutan Mangan Sulfat

Melarutkan 480 gr $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ di dalam 1 l air suling pada labu takar 1 l.

*. Larutan Alkali-Iodida-Azida

.Melarutkan 500 gr NaOH di dalam 100 ml air suling

.Melarutkan 135 gr NaI di dalam 100 ml air suling

.Melarutkan 10 gr NaN_3 di dalam 100 ml air suling

Campur dalam labu takar 1 l, encerkan dengan air suling sampai 1 l

*. Indikator Kanji (amilum) 0.5 %

Melarutkan 5 gr kanji di dalam 1 l air suling dan dididihkan selama 2 menit hingga larutan jernih dan tambah 1.52 gr asam salisilik.

*.Larutan Tiosulfat 0.025 N

Melarutkan 6.025 gr $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ di dalam 1 l air suling diawetkan dengan 0.25 gr NaOH.

*. Larutan Kalium Florida

Melarutkan 40 gr $KF \cdot 2H_2O$ di dalam 1 l air suling

2. Analisa CO_2 Dan HCO_3^-

*. Larutan NaOH 0,1 N

Melarutkan 4 gr NaOH di dalam 1 l air suling

*. Larutan HCl 0,1 N

Mengencerkan 8,3 ml HCl pekat di dalam 1 l air suling

*. Indikator PP 0,035 %

Melarutkan 0,035 gr PP di dalam 100 ml alkohol 70 %

*. Indikator Methyl Orange 0,1 %

Melarutkan 0,1 gr Methyl Orange dalam 100 ml air suling

3. Analisa Fe

*. Larutan H_2SO_4 4 N

Melarutkan /mengencerkan 111 ml H_2SO_4 pekat dengan 1 l air suling.

*. Larutan air Brom

Mengencerkan 10 ml brom di dalam 500 ml air suling

*. Larutan KCNS 15 %

Melarutkan 15 gr KCNS di dalam 100 ml air suling

*. Larutan standar Fe^{3+}

Melarutkan 0,861058 gr $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ di dalam 1 l air suling, sebelum batas tanda tambah 25 ml H_2SO_4 pekat

4. Analisa Mn

- *. Larutan asam nitrat pekat
- *. Larutan AgNO_3 1/35,45 N
- *. Kristal $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$
- *. Larutan KMnO_4 0.01 N (1cc = 0,11 mg)

3.5.2. Prosedur pelaksanaan penelitian

A. Pengambilan Sampel

Sampel air yang dipakai dalam penelitian ini , mengambil dari sumber air baku PDAM Blitar.

B. Pelaksanaan percobaan

- a. Sampel air dialirkan melalui tray aerator bertingkat secara grafitasi.
- b. Debit air diatur konstan (1/dt)
- c. Catat pH dan suhu selama operasi
- d. Catat DO dan CO_2 , HCO_3^- Fe dan Mn sebelum dilakukan pengaliran.
- e. Catat DO, CO_2 , HCO_3^- setiap tray.
- f. Lakukan pengendapan 30 dt, 60 dt, 90 dt.
- g. Ukur Fe dan Mn dari efluentnya
- h. Lakukan prosedur a sampai g dengan mengganti variable :
 - diameter lubang tray
 - media kontak
 - suhu operasi

BAB IV

DATA HASIL PENELITIAN

Data-data hasil penelitian meliputi :

- Data untuk membuat grafik kalibrasi Fe.
- Data untuk membuat grafik kalibrasi Mn.
- Data untuk kontrol kualitas Fe.
- Data untuk kontrol kualitas Mn
- Data untuk melihat kenaikan DO setiap tray.
- Data untuk melihat penurunan CO₂ setiap tray.
- Data untuk melihat penurunan Fe setiap tray setelah pengendapan 30', 60' , 90'.
- Data untuk melihat penurunan Mn setiap tray setelah pengendapan 30', 60' , 90'.

4.1. Data untuk grafik kalibrasi larutan Fe .

Data ini diperoleh dengan cara pembuatan larutan Fe standar dengan konsentrasi yang berbeda-beda dalam range 0.05 ppm sampai 2,75 ppm. Kemudian ditentukan nilai absorbansinya dengan spektrofotometri, seperti terlihat pada tabel L.1, (lampiran 1) sedang grafik kalibrasinya dapat dilihat pada grafik 4.1.

4.2. Data untuk grafik kalibrasi larutan Mn

Data ini diperoleh dengan cara pembuatan larutan KMnO₄ dengan konsentrasi yang berbeda-beda dalam range 0.2

4.4. Data untuk kontrol kualitas Mn
 Data ini diperoleh dari pengukuran 30 sampel dengan kadar Mn 0.4 ppm, dapat dilihat pada tabel 1.4 dan representasi data hasil penelitian dapat dilihat kontrol chartnya (Grafik 4.4). Dari kontrol chart tersebut dapat diketahui bahwa data cukup presisi

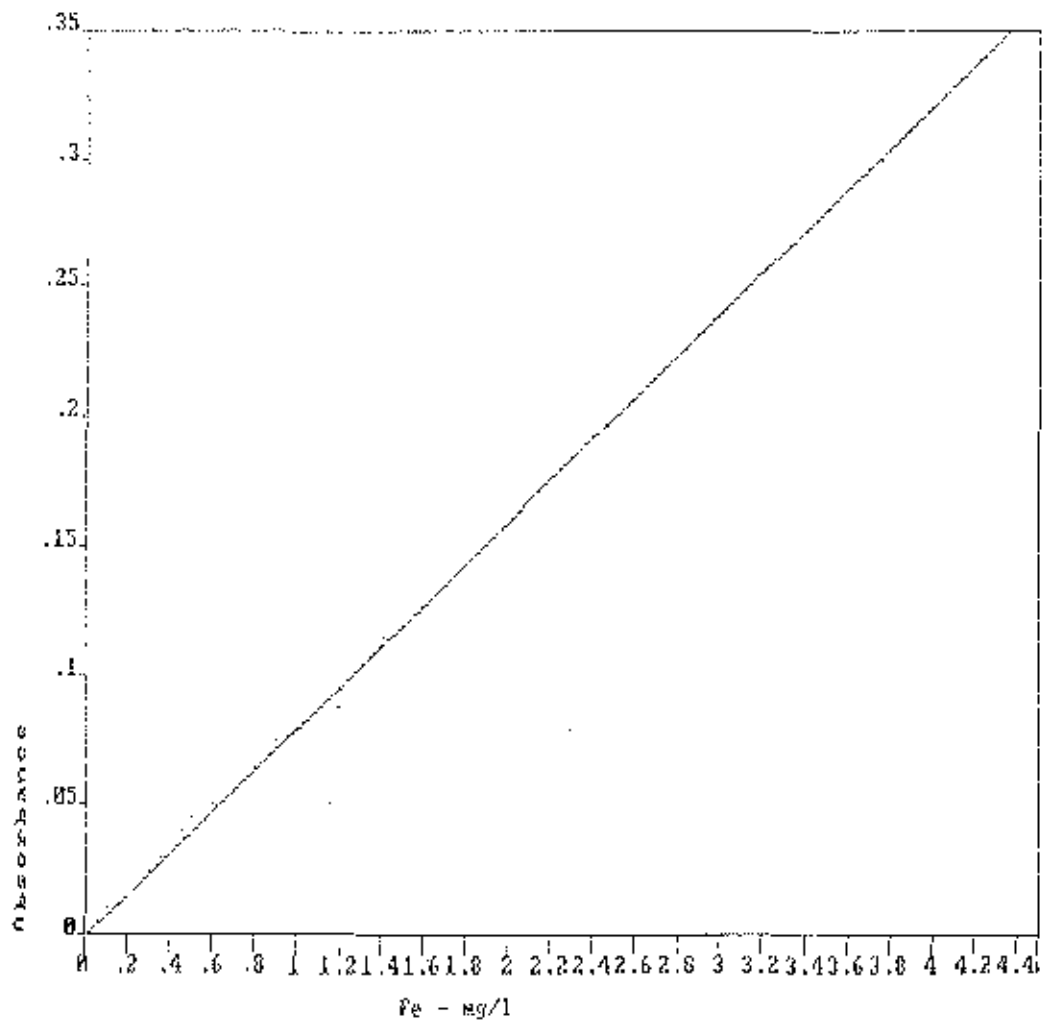
standar deviasi.
 Setelah analisis data \bar{x} dan data sebenarnya (x) kurang dari digunakan pengukuran data dapat dilihat dari harga dan $\bar{x} = 26$).

4.3. Data untuk kontrol kualitas Fe
 Data ini diperoleh dari pengukuran 30 sampel dengan kadar Fe 1.5 ppm, dapat dilihat pada tabel 1.3 dan representasi data hasil penelitian dapat dilihat kontrol Chartnya (Grafik 4.3). Dari control chart tersebut dapat diketahui bahwa data cukup presisi.
 (data hasil pengukuran terletak diantara $\bar{x} + 2\sigma$

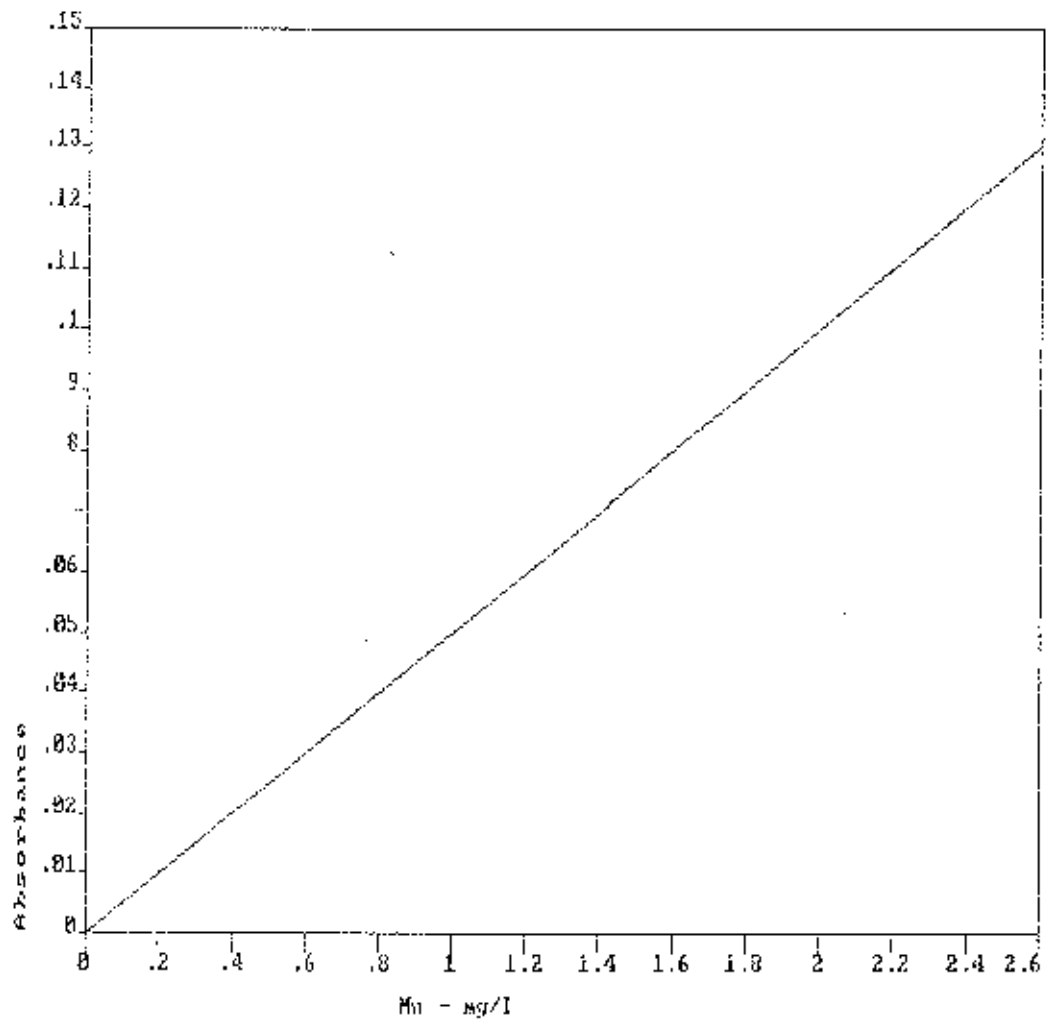
glihat pada grafik 4.2.
 (lampiran 1) Dengan grafik kalibrasi Mn standar dapat ppm sampel 2 ppm seperti terlihat pada tabel 1.2.

(data hasil pengukuran terletak diantara $\bar{x} + 2s$ dan $\bar{x} - 2s$).

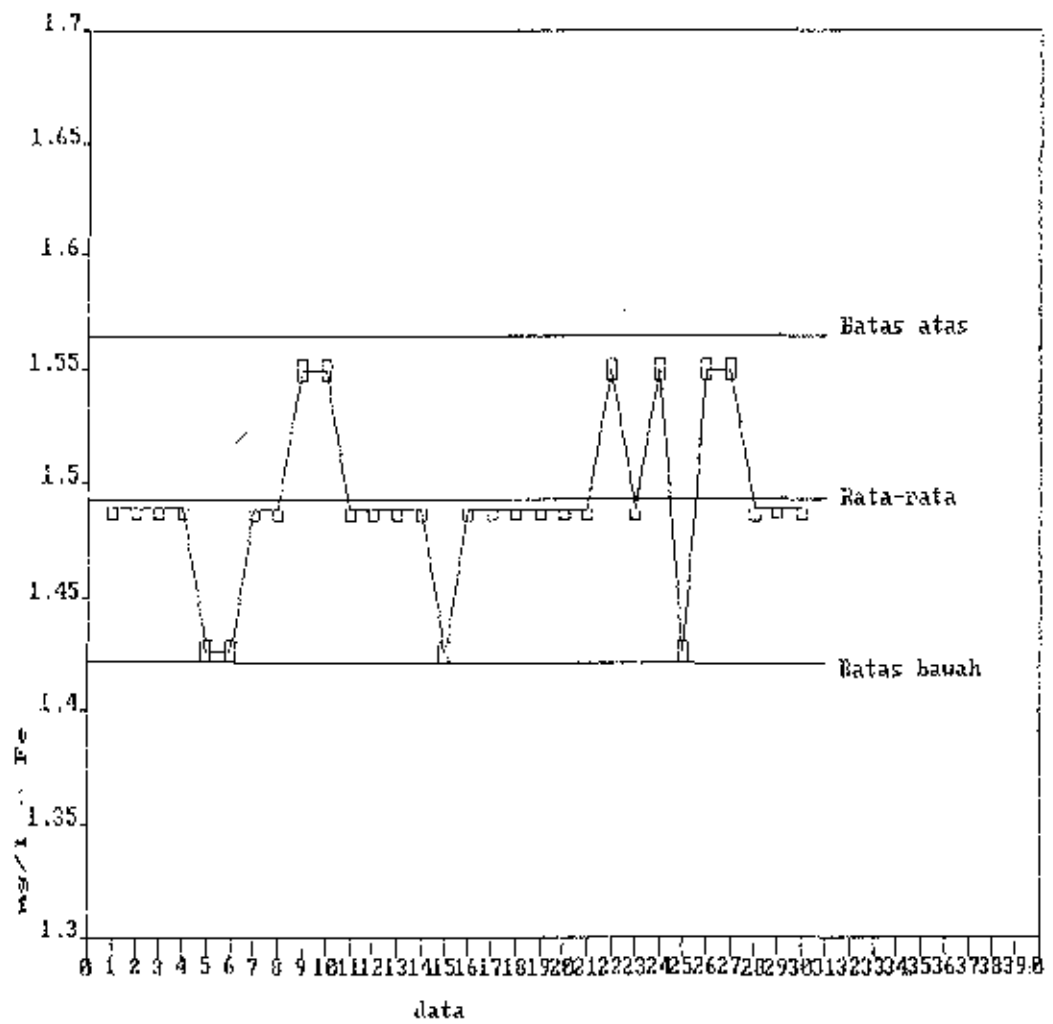
Sedang keakuratan data dapat dilihat dari harga selisih antara x dan data sebenarnya (x) kurang dari standar deviasinya.



Grafik 4.1. : Kalibrasi Fe

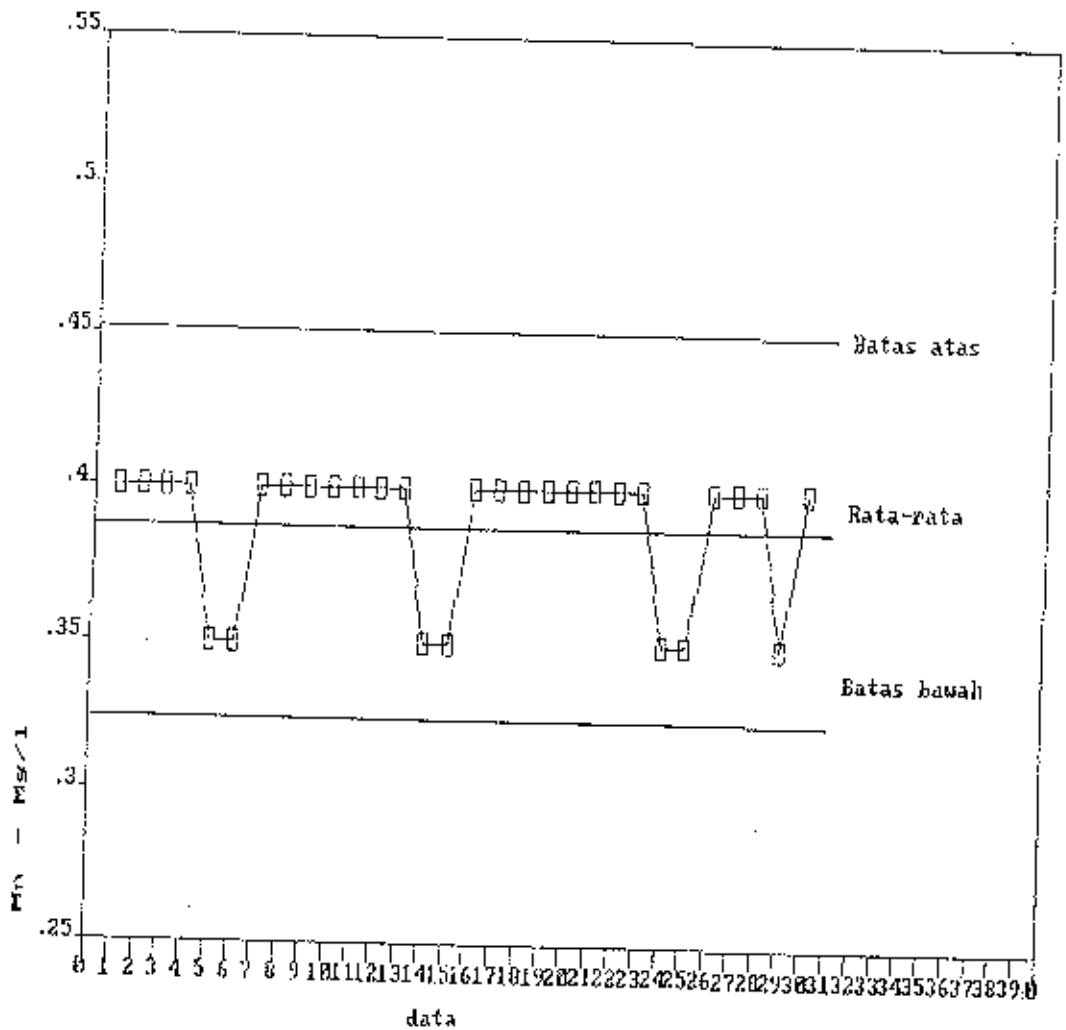


Grafik 4.2. : Kalibrasi Mn



Grafik 4.3 : Control chart Fe

- Harga rata-rata (\bar{x}) 30 sampel : 1.493
- Standar deviasi (σ) : 0.036
- Batas atas : 1.565
- Batas bawah : 1.421
- Angka tertinggi pengukuran : 1.550
- Angka terendah pengukuran : 1.426
- Data sebenarnya : 1.500
- Selisih x dan \bar{x} : 0.007



Grafik 4.4. : Control chart Mn

- Harga rata-rata (\bar{x}) 30 macam sampel : 0.388
- Standar deviasi (σ) : 0.032
- Batas atas : 0.452
- Batas bawah : 0.324
- Angka tertinggi pengukuran : 0.400
- Angka terendah pengukuran : 0.350
- Data sebenarnya : 0.400
- Selisih antara x dan \bar{x} : 0.022

4.5.

Data kenaikan H_2 (oksigen terlarut)

Data ini diperoleh dari analisa oksigen terlarut dengan metode titrasi Winkler, setelah melalui setiap tray dengan kondisi :

1. Suhu operasi udara : 36°C , air : 27°C

- Debit air : $0,2 \text{ l/dt}$

- DO awal : $1,6 \text{ mg/l}$

- pH : $7,5$

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel 4.5 sampai 4.8 (lampiran 1)

2. Suhu operasi udara : 30°C , air : 27°C

- Debit air : $0,2 \text{ l/dt}$

- DO awal : $1,6 \text{ mg/l}$

- pH : $7,6$

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel 4.10 sampai 4.14 (lampiran 1)

3. Suhu operasi udara : 30°C , air : 27°C

- Debit air : 0,2 l/dt
- DO awal : 1.6 mg/l
- pH : 7.3
- ϕ lubang tray : 3 mm
4 mm
5 mm
3 mm dengan media batu bintang
3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.15 sampai L.19 (lampiran 1)

4. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C

- Debit air : 0,2 l/dt
- DO awal : 2.0 mg/l
- pH : 7.5
- ϕ lubang tray : 3 mm
4 mm
5 mm
3 mm dengan media batu bintang
3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.20 sampai L.24 (lampiran 1)

5. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C

- Debit air : 0,2 l/dt
- DO awal : 2.0 mg/l
- pH : 7.6

- ϕ lubang tray : 3 mm
- 4 mm
- 5 mm
- 3 mm dengan media batu bintang
- 3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.25 sampai L.29 (lampiran 1)

6. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C

- Debit air : 0,2 l/dt
- DO awal : 2,0 mg/l
- pH : 7,8
- ϕ lubang tray : 3 mm
- 4 mm
- 5 mm
- 3 mm dengan media batu bintang
- 3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.30 sampai L.34 (lampiran 1)

4.6. Data penurunan CO_2

Data ini diperoleh dari analisa CO_2 dengan metode titrasi setelah melalui setiap tray dengan kondisi :

1. Suhu operasi udara : 30°C , air : 27°C

- Debit air : 0,2 l/dt
- CO_2 awal : 46,2 mg/l

- pH : 7.5

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.5 sampai L.9 (lampiran 1)

2. Suhu operasi udara : 30°C , air : 27°C

- Debit air : 0,2 l/dt

- CO₂ awal : 45.32 mg/l

- pH : 7.6

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.10 sampai L.14 (lampiran 1)

3. Suhu operasi udara : 30°C , air : 27°C

- Debit air : 0,2 l/dt

- CO₂ awal : 43.56 mg/l

- pH : 7.8

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.15 sampai L.19 (lampiran 1)

4. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C

- Debit air : 0,2 l/dt

- CO2 awal : 45,76 mg/l

- pH : 7,5

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.20 sampai L.24 (lampiran 1)

5. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C

- Debit air : 0,2 l/dt

- CO2 awal : 44,88 mg/l

- pH : 7,6

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.25 sampai L.29 (lampiran 1)

6. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C

- Debit air : 0,2 l/dt
- CO_2 awal : 42.44 mg/l
- pH : 7.8
- ϕ lubang tray : 3 mm
4 mm
5 mm
3 mm dengan media batu bintang
3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.30 sampai L.34 (lampiran 1)

4.7. Data penurunan Fe

Data ini diperoleh dari analisa kandungan Fe setelah air diaerasi dan diendapkan selama 30', 60', 90' dengan metode spektrofotometer setelah melalui setiap tray dengan kondisi :

1. Suhu operasi udara : 30°C , air : 27°C

- Debit air : 0,2 l/dt
- Fe awal : 0.608 mg/l
- pH : 7.5
- ϕ lubang tray : 3 mm
4 mm
5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.5 sampai L.9 (lampiran 1)

2. Suhu operasi udara : 30°C , air : 27°C

- Debit air : 0,2 l/dt

- Fe awal : 0.482 mg/l

- pH : 7.6

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.10 sampai L.14 (lampiran 1)

3. Suhu operasi udara : 30°C , air : 27°C

- Debit air : 0,2 l/dt

- Fe awal : 0.356 mg/l

- pH : 7.8

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.15 sampai L.19 (lampiran 1)

4. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C

- Debit air : 0,2 l/dt
- Fe awal : 0.608 mg/l
- pH : 7.5
- ϕ lubang tray : 3 mm
- 4 mm
- 5 mm
- 3 mm dengan media batu bintang
- 3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.20 sampai L.24 (lampiran 1)

5. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C

- Debit air : 0,2 l/dt
- Fe awal : 0.482 mg/l
- pH : 7.6
- ϕ lubang tray : 3 mm
- 4 mm
- 5 mm
- 3 mm dengan media batu bintang
- 3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.25 sampai L.29 (lampiran 1)

6. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C

- Debit air : 0,2 l/dt
- Fe awal : 0.356 mg/l
- pH : 7.8

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.30 sampai L.34 (lampiran 1)

4.8. Data penurunan Mn

Data ini diperoleh dari analisa kandungan Mn setelah air diacrasi dan diendapkan selama 30', 60', 90' dengan metode spektrofotometer setelah melalui setiap tray dengan kondisi

1. Suhu operasi udara : 30°C , air : 27°C

- Debit air : 0,2 l/dt

- Mn awal : 0.2 mg/l

- pH : 7.5

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.5 sampai L.9 (lampiran 1)

2. Suhu operasi udara : 30°C , air : 27°C
- Debit air : 0,2 l/dt
 - Mn awal : 0,2 mg/l
 - pH : 7,6
 - ϕ lubang tray : 3 mm
 - 4 mm
 - 5 mm
 - 3 mm dengan media batu bintang
 - 3 mm dengan media batu kerikil
- dapat dilihat pada tabel L.16 sampai L.14 (lampiran 1)
3. Suhu operasi udara : 30°C , air : 27°C
- Debit air : 0,2 l/dt
 - Mn awal : 0,2 mg/l
 - pH : 7,8
 - ϕ lubang tray : 3 mm
 - 4 mm
 - 5 mm
 - 3 mm dengan media batu bintang
 - 3 mm dengan media batu kerikil
- dapat dilihat pada tabel L.15 sampai L.13 (lampiran 1)
4. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C
- Debit air : 0,2 l/dt
 - Mn awal : 0,2 mg/l
 - pH : 7,5

• ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.20 sampai L.24 (lampiran 1)

5. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C

- Debit air : 0,2 l/dt

- Mn awal : 2.0 mg/l

- pH : 7.6

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.25 sampai L.29 (lampiran 1)

6. Suhu operasi udara : 28°C , air : 25°C

- Debit air : 0,2 l/dt

- Mn awal : 2.0 mg/l

- pH : 7.8

- ϕ lubang tray : 3 mm

4 mm

5 mm

3 mm dengan media batu bintang

3 mm dengan media batu kerikil

dapat dilihat pada tabel L.30 sampai L.34 (lampiran 1)

- Grafik menunjukkan bahwa tercapainya DO Jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang 3 mm pada diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm, dengan media kontak lebih cepat mencapai DO Jenuh dari pada diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm.

- Grafik menunjukkan bahwa DO terus mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray sampai tercapainya DO Jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.

1. Dari hasil percobaan sesuai dengan tray bertingkat dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

Grafik 5.1 yang berdasarkan tabel 5.1 sampai 5.9 di-

PH : 7.5 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam

dan suhu udara : 30°C , air : 27°C , DO awal : 1.6 mg/l

5.1. Analisa data peningkatan oksigen terlarut (DO)

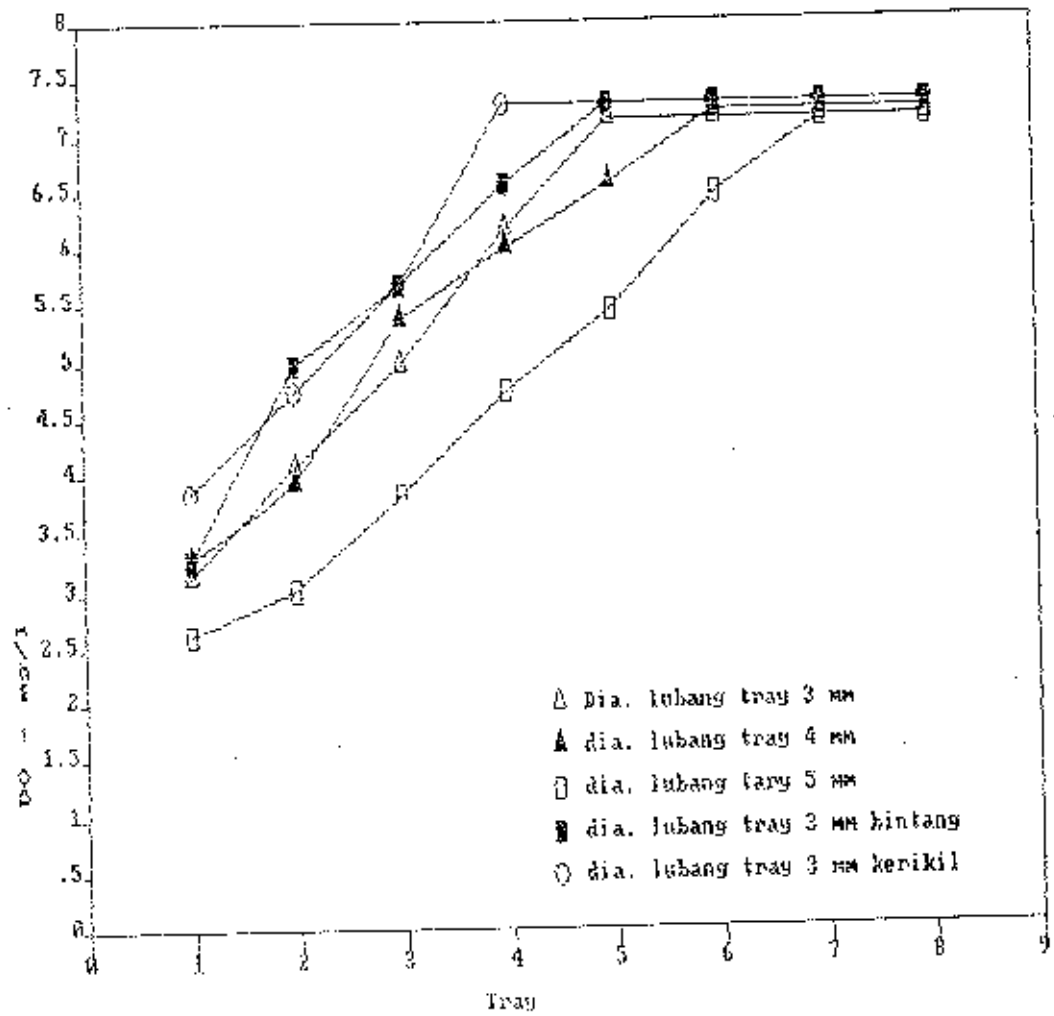
Berdasarkan data-data yang ada dalam bab 4 yaitu : data mengenai peningkatan oksigen terlarut, penurunan CO₂, penurunan Fe, penurunan Mn dari percobaan sesuai dengan tray bertingkat yang dilakukan dilokasi sumbu bor milik PDAM Kodya Bitter dapat dilakukan beberapa analisa.

ANALISA DATA PENELITIAN

BAB V

yaitu untuk diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu kerikil kondisi jenuh sudah dicapai pada tray tingkat ke empat dengan kandungan oksigen terlarut 7.28 mg/l.

Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquida.

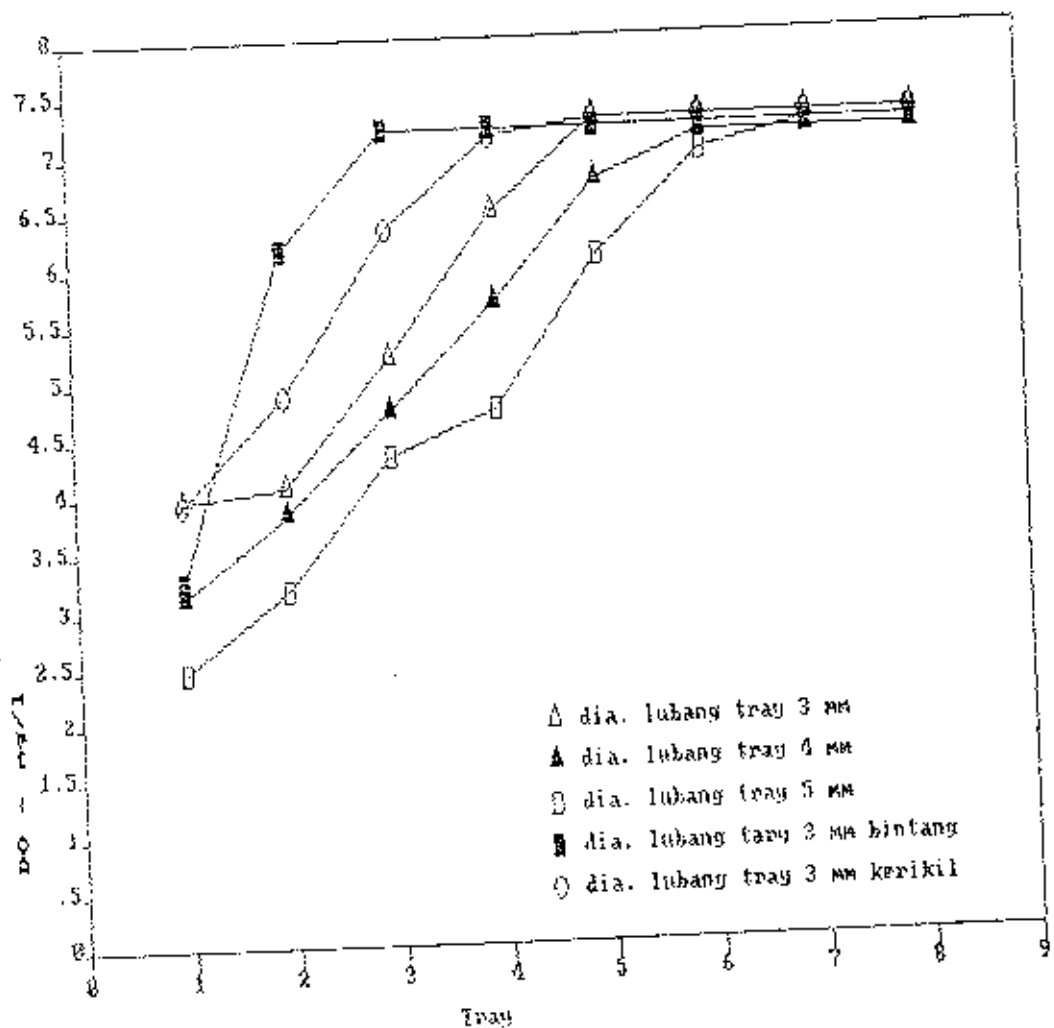


Grafik 5.1 : Hubungan antara tray dengan kenaikan DO
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, DO awal 1.6 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $30/27^\circ \text{C}$

2. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 30°C , air : 27°C , DO awal : 1,6 mg/l pH : 7,6 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.2 yang berdasarkan tabel L.10 sampai L.14 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Grafik menunjukkan bahwa DO terus mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray sampai tercapainya DO jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Grafik menunjukkan bahwa tercapainya DO jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang 3 mm dengan media kontak lebih cepat mencapai DO jenuh dari pada diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5mm, yaitu untuk diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang kondisi jenuh bisa dicapai setelah melewati tray ke tiga dengan kandungan oksigen 7.20 mg/l sedang dengan media kontak batu kerikil kondisi jenuh dicapai setelah melewati tray ke lima dengan kandungan oksigen 7.28 mg/l.

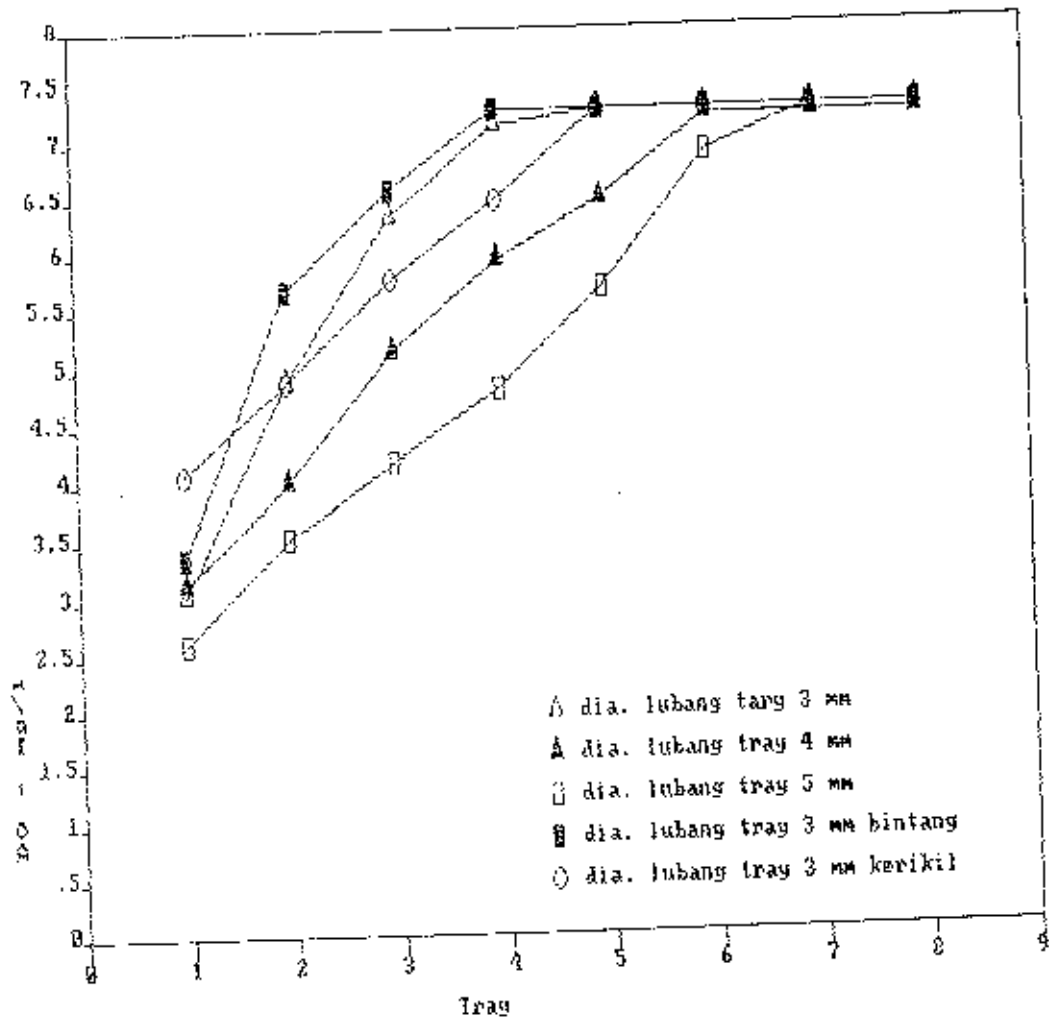
Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquids.



Grafik 5.2 : Hubungan antara tray dengan kenaikan DO
dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, DO awal 1.6 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $30/27 \text{ }^{\circ}\text{C}$

3. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 30°C , air : 27°C , DO awal : 1,6 mg/l pH : 7.8 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.3 yang berdasarkan tabel L.15 sampai L.19 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

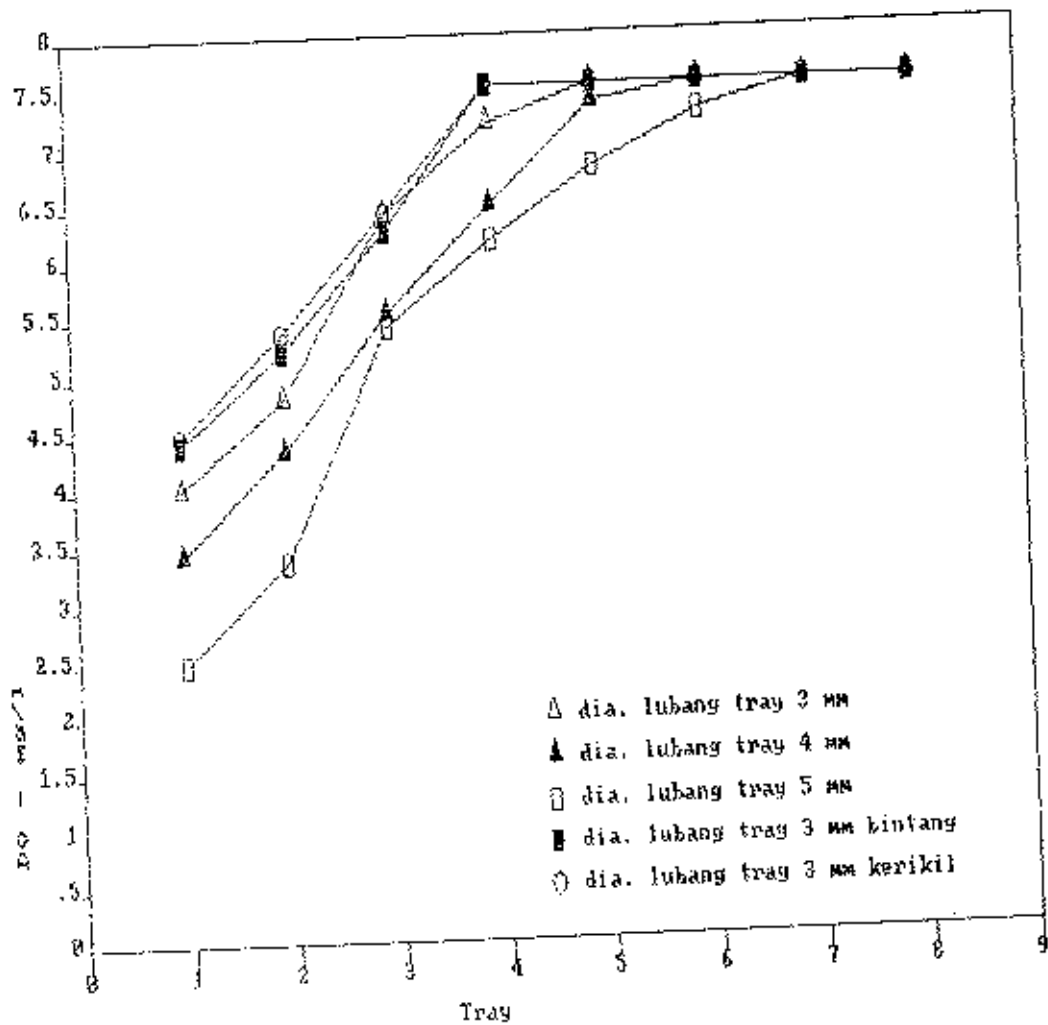
- Grafik menunjukkan bahwa DO terus mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray sampai tercapainya DO jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
 - Grafik menunjukkan bahwa tercapainya DO jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang 3 mm dengan media kontak lebih cepat mencapai DO jenuh dari pada diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5mm, yaitu untuk diameter lubang tray dengan media kontak batu bintang kondisi jenuh bisa dicapai setelah melewati tray ke empat dengan kandungan oksigen 7.28 mg/l.
- Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquids.



Grafik 5.3. : Hubungan antara tray dengan kenaikan DO
dimana Q : 0.2 l/dt, DO awal 1.6 mg/l
pH : 7.8 suhu udara/air 30/27 C

4. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 28°C , air : 25°C , DO awal : 2.0 mg/l pH : 7.5 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.4 yang berdasarkan tabel L.20 sampai L.24 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Grafik menunjukkan bahwa DO terus mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray sampai tercapainya DO jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
 - Grafik menunjukkan bahwa tercapainya DO jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang 3 mm dengan media kontak lebih cepat mencapai DO jenuh dari pada diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5mm, yaitu untuk diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan media kontak batu kerikil kondisi jenuh bisa tercapai setelah melewati tray ke empat dengan kandungan oksigen terlarut 7.52 mg/l.
- Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquida.

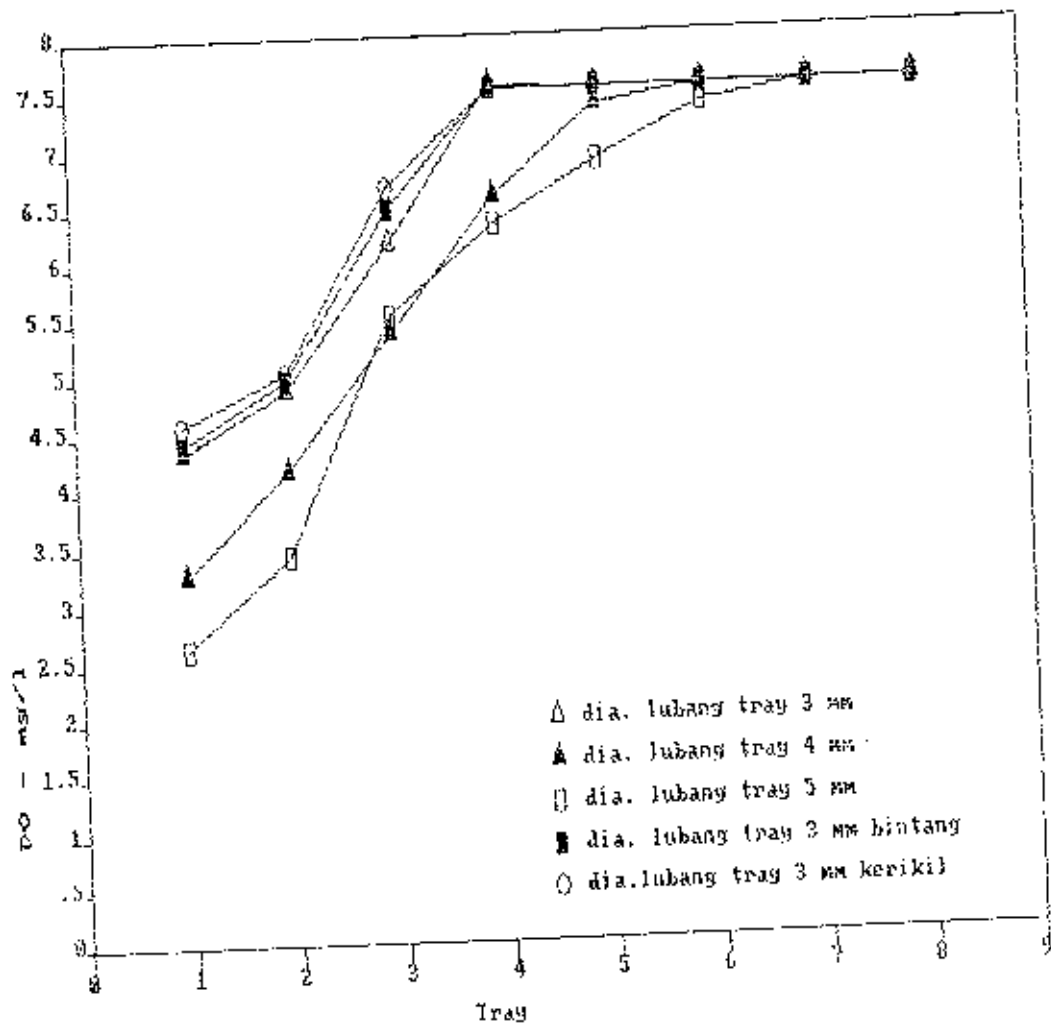


Grafik 5.4. : Hubungan antara tray dengan kenaikan DO
dimana Q : 0.2 l/dt, DO awal 2.0 mg/l
pH : 7.5 suhu udara/air 28/25 C

5. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 28°C , air : 25°C , DO awal : 2.0 mg/l pH : 7.6 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.5 yang berdasarkan tabel L.25 sampai L.29 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Grafik menunjukkan bahwa DO terus mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray sampai tercapainya DO jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Grafik menunjukkan bahwa tercapainya DO jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang 3 mm dengan media kontak lebih cepat mencapai DO jenuh dari padadiameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5mm, yaitu untuk diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan media kontak batu kerikil kondisi jenuh bisa tercapai setelah melewati tray ke empat dengan kandungan oksigen terlarut 7.52 mg/l.

Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquida.

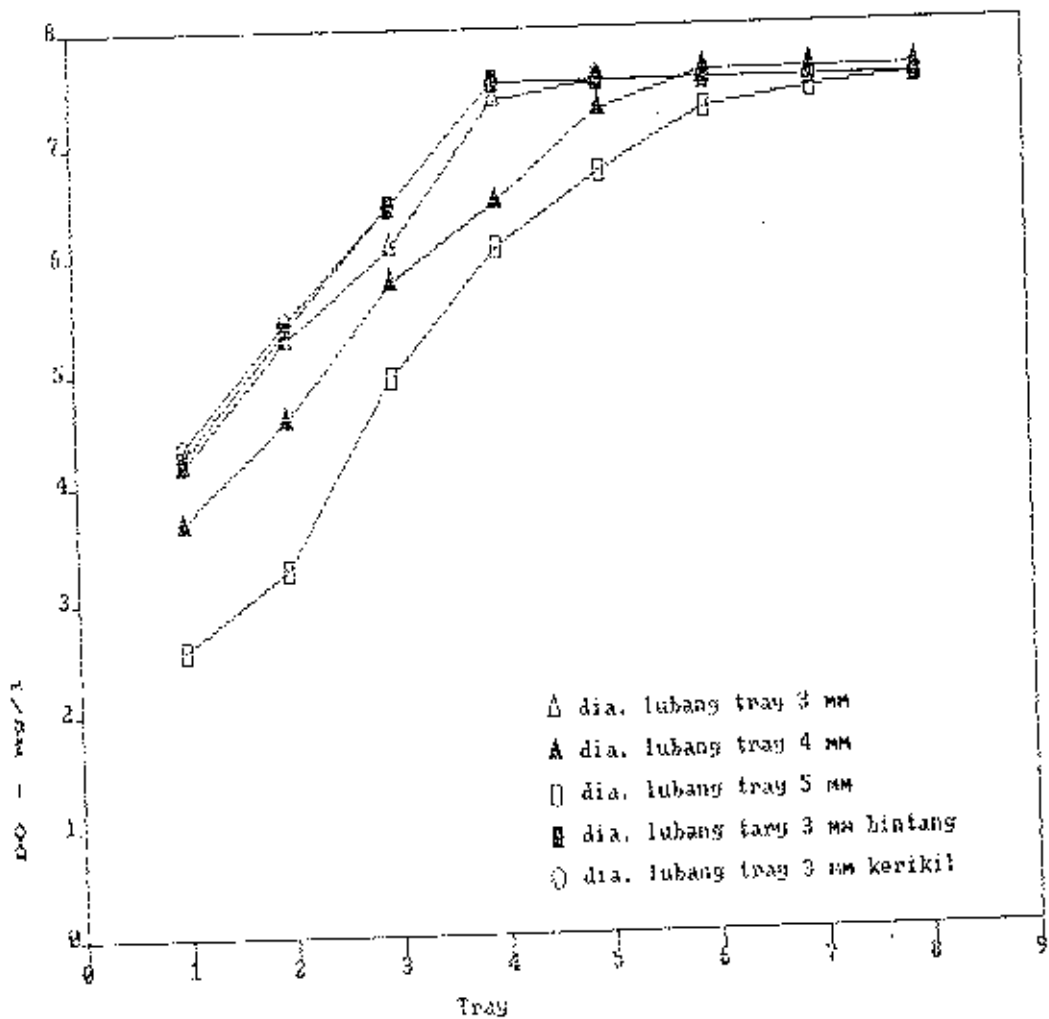


Grafik 5.5 : Hubungan antara tray dengan kenaikan DO
dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, DO awal 2.0 mg/l
pH : 7.6 suhu udara/air $28/25 \text{ }^\circ\text{C}$

6. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 28°C , air : 25°C , DO awal : 2.0 mg/l pH : 7.8 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.6 yang berdasarkan tabel L.30 sampai L.34 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Grafik menunjukkan bahwa DO terus mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray sampai tercapainya DO jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Grafik menunjukkan bahwa tercapainya DO jenuh untuk berbagai ukuran diameter lubang tray tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang 3 mm dengan media kontak lebih cepat mencapai DO jenuh dari padadiameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5mm, yaitu untuk diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan media kontak batu kerikil kondisi jenuh bisa tercapai setelah melewati tray ke empat dengan kandungan oksigen terlarut 7.52 mg/l.

Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquida.



Grafik 5.6 : Hubungan antara tray dengan kenaikan DO
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, DO awal 2.0 mg/l
 $\text{pH} : 7.8$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^\circ\text{C}$

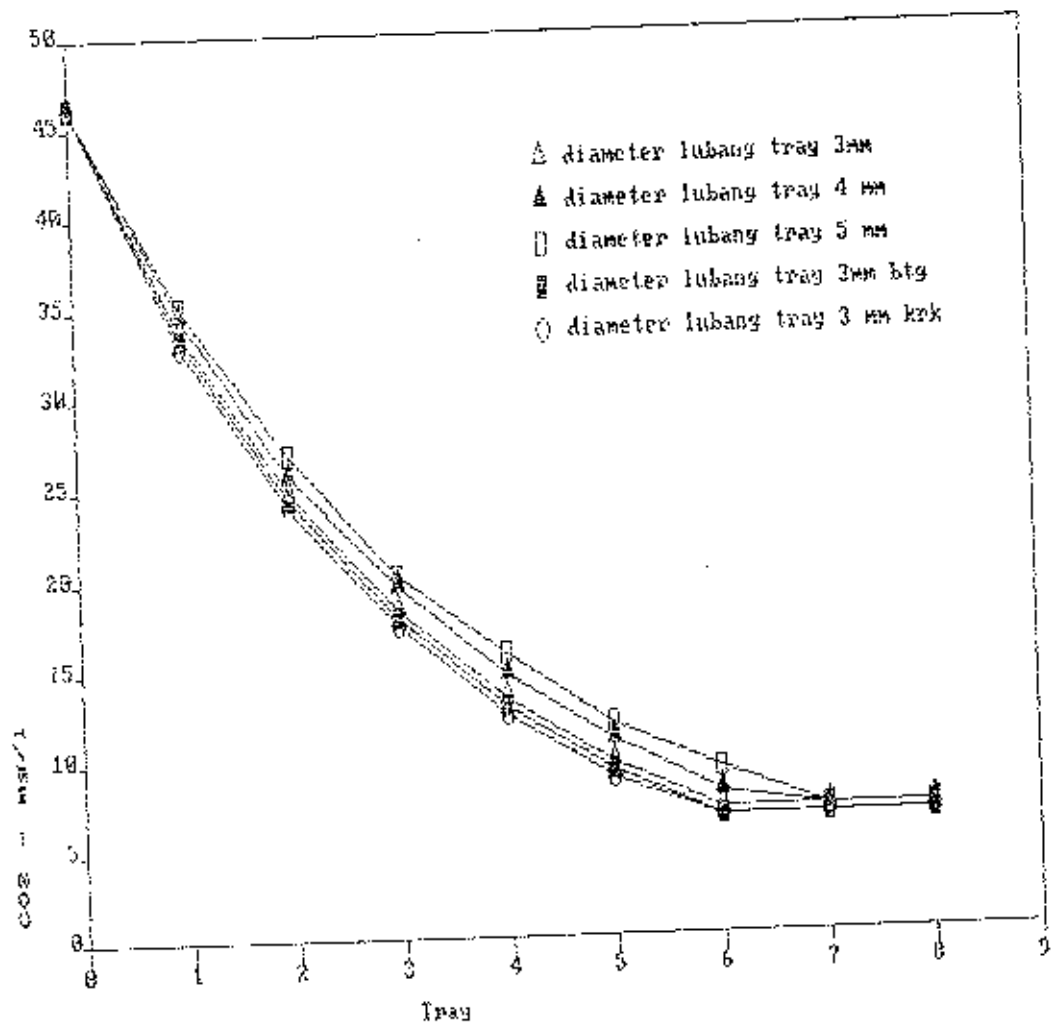
5.2. Analisa data penurunan CO₂

1. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 30°C ,air : 27°C ,CO₂ awal : 46.2 mg/l pH : 7.5 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.7 dan 5.8 berdasarkan tabel L.5 sampai L.9 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

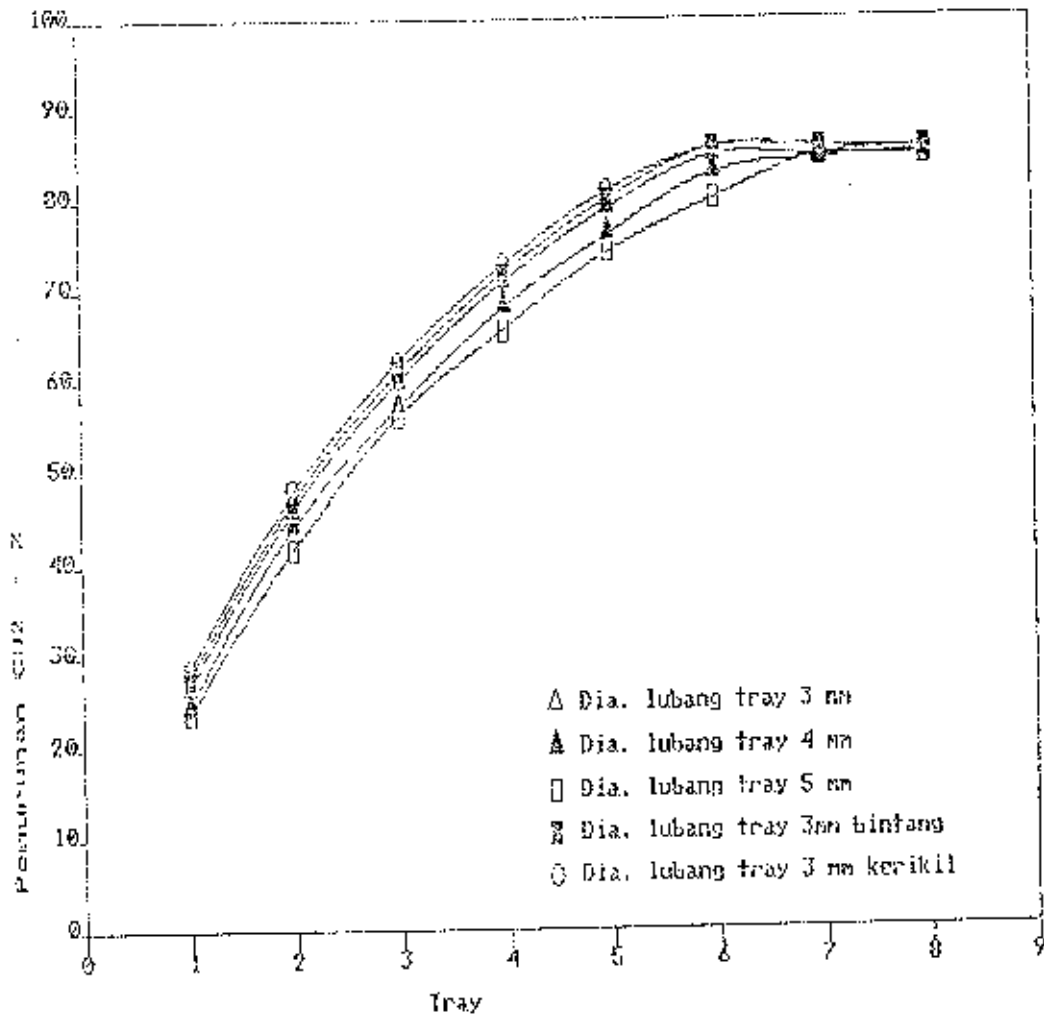
- Untuk grafik 5.7
- Grafik menunjukkan bahwa CO₂ terus mengalami penurunan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Grafik menunjukkan bahwa pola penurunan CO₂ untuk berbagai ukuran diameter lubang tray untuk mencapai kadar yang tidak bisa turun lagi, tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang tray 3mm dengan media kontak lebih cepat dari pada diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5mm. Yaitu bisa turun sampai kandungan CO₂ mencapai 6.6 mg/l setelah mencapai tray ke enam, baik untuk diameter lubang dengan media kontak batu bintang maupun media kontak batu kerikil.

Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquids.

- Untuk grafik 5.8
- Grafik mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Efisiensi tertinggi dicapai sampai 85.76 % terjadi pada diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang maupun media kontak batu kerikil setelah melewati tray ke enam.



Grafik 5.7 : Hubungan antara tray dengan penurunan CO2
 dimana Q : 0.2 l/dt, CO2 awal 46.2 mg/l
 pH : 7.5, suhu udara/air 30/27 C



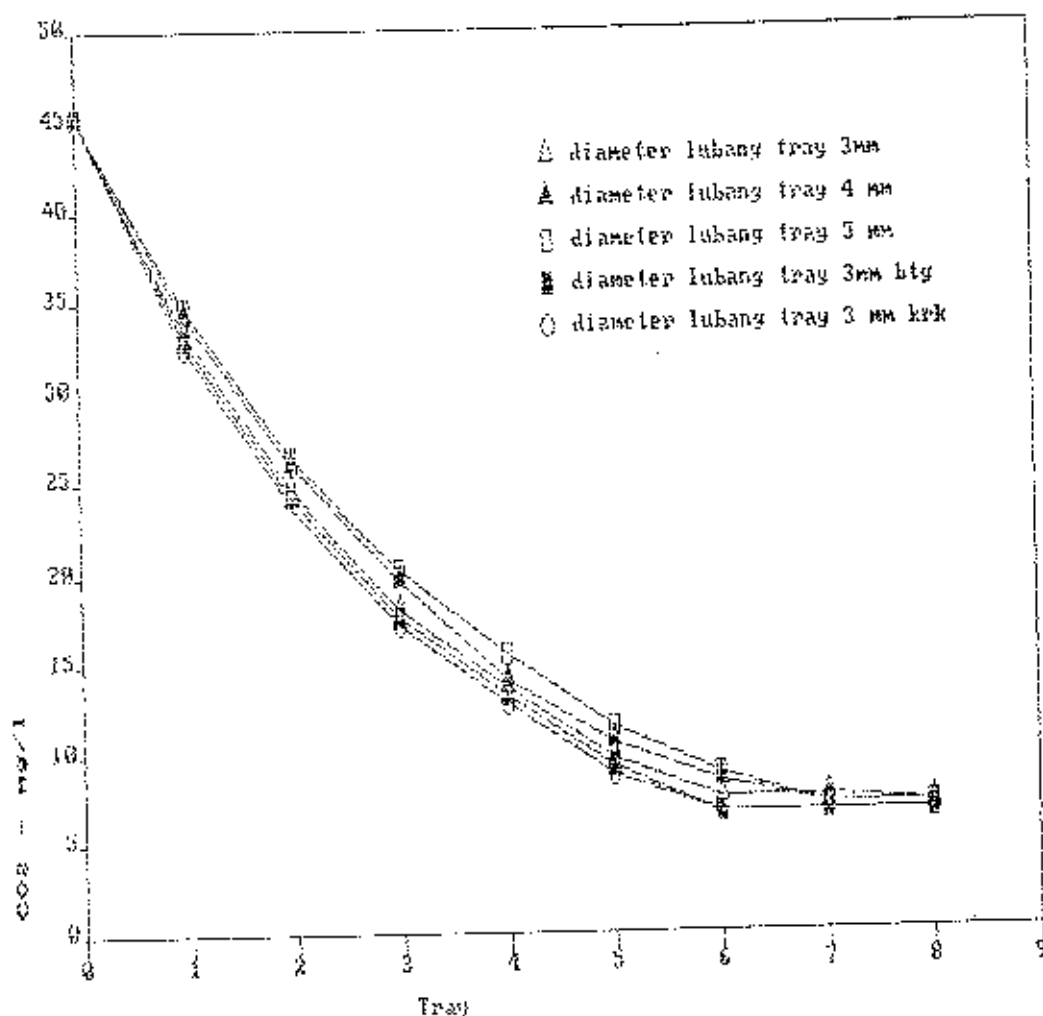
Grafik 5.8. : Hubungan antara tray dengan % penurunan CO₂
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, CO₂ awal 46.2 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $30/27^\circ \text{C}$

2. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 30°C , air : 27°C , CO_2 awal : 45.32 mg/l pH : 7.6 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.9 dan 5.10 berdasarkan tabel L.10 sampai L.14 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

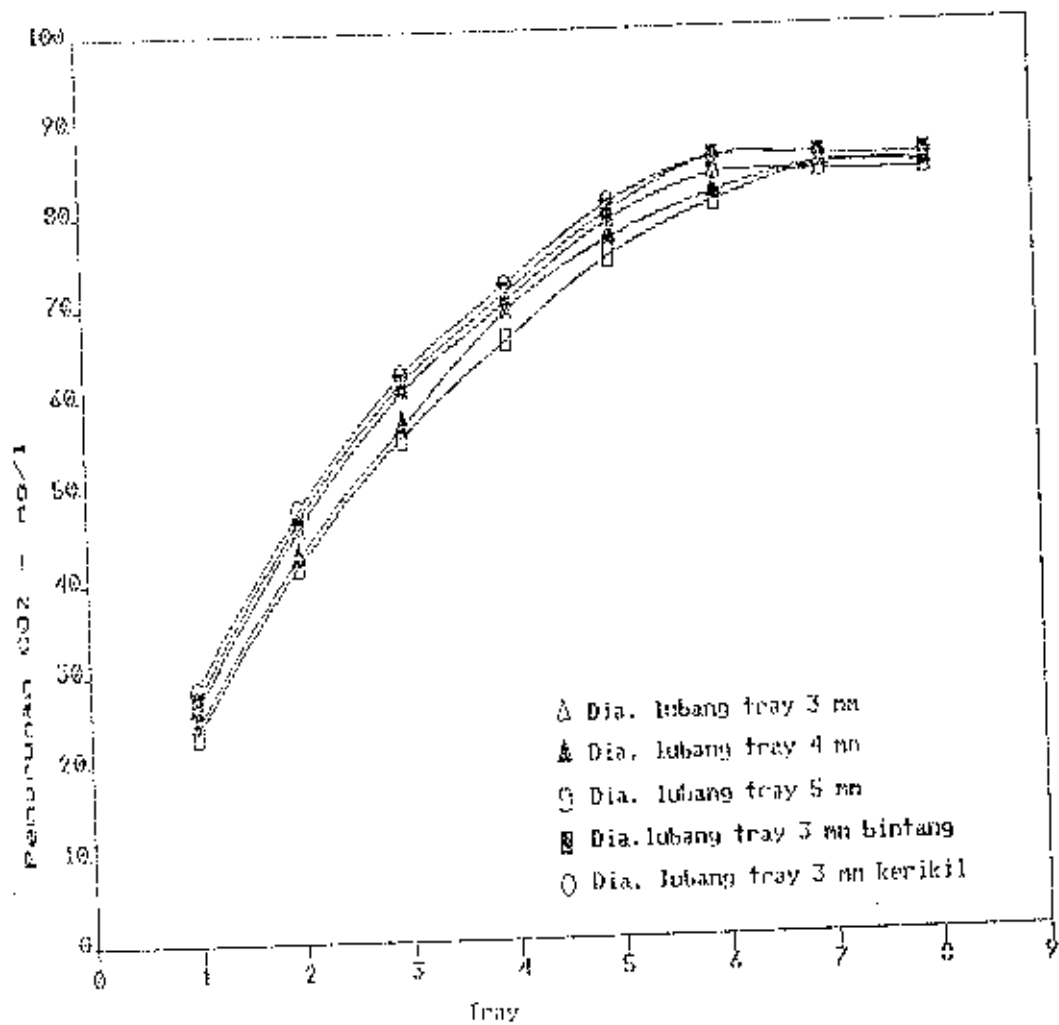
- Untuk grafik 5.9
- Grafik menunjukkan bahwa CO_2 terus mengalami penurunan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Grafik menunjukkan bahwa pola penurunan CO_2 untuk berbagai ukuran diameter lubang tray untuk mencapai kadar yang tidak bisa turun lagi, tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang tray 3mm dengan media kontak lebih cepat dari pada diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5mm. Yaitu bisa turun sampai kandungan CO_2 mencapai 6.6 mg/l setelah mencapai tray ke enam, baik untuk diameter lubang dengan media kontak batu bintang maupun media kontak batu kerikil.

Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquids.

- Untuk grafik 5.10
- Grafik mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Efisiensi tertinggi dicapai sampai 85.43 % terjadi pada diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang maupun media kontak batu kerikil setelah melewati tray ke enam.



Grafik 5.9 : Hubungan antara tray dengan penurunan CO2
 dimana Q : 0.2 l/dt, CO2 awal 45.32 mg/l
 pH : 7.6, suhu udara/air 30/27 C

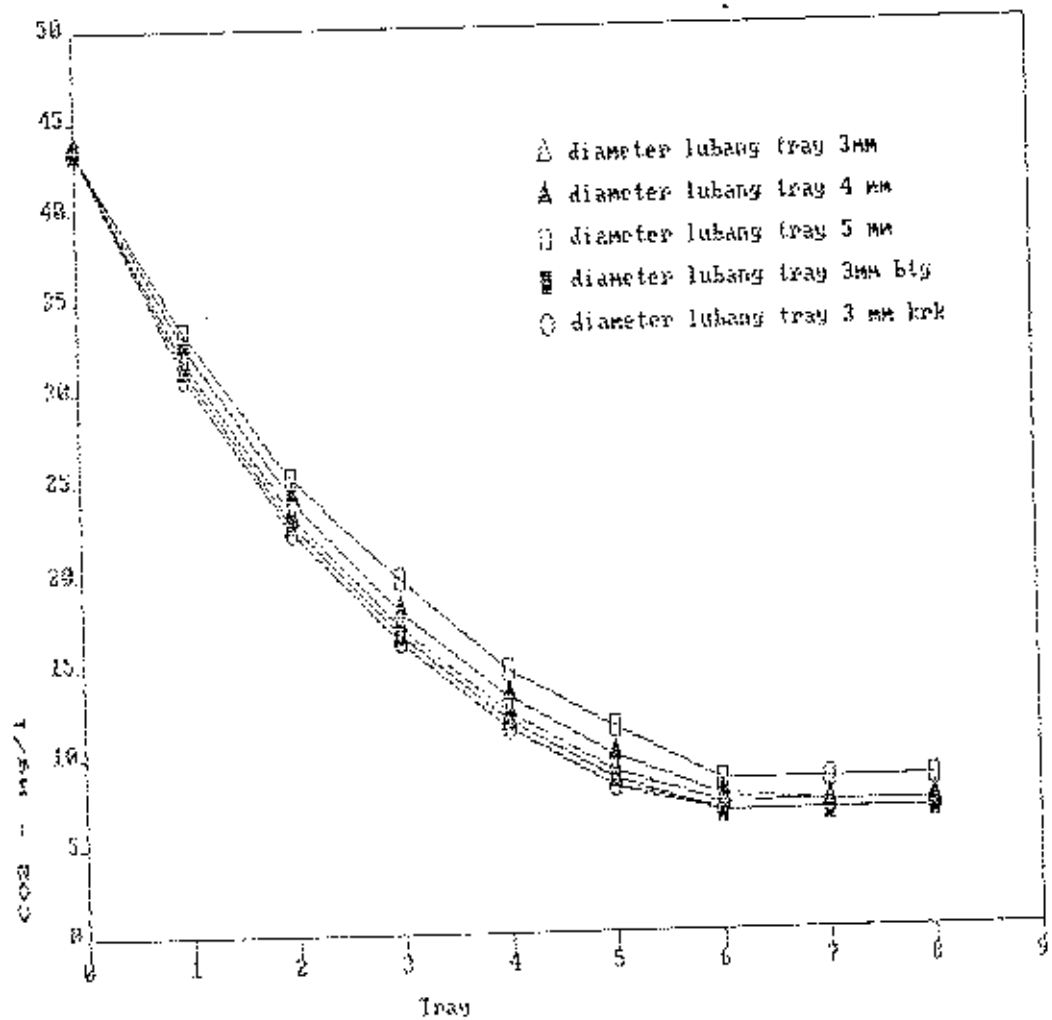


Grafik 5.10. : Hubungan antara tray dengan % penurunan CO₂
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, CO₂ awal 45.32 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $30/27 \text{ }^{\circ}\text{C}$

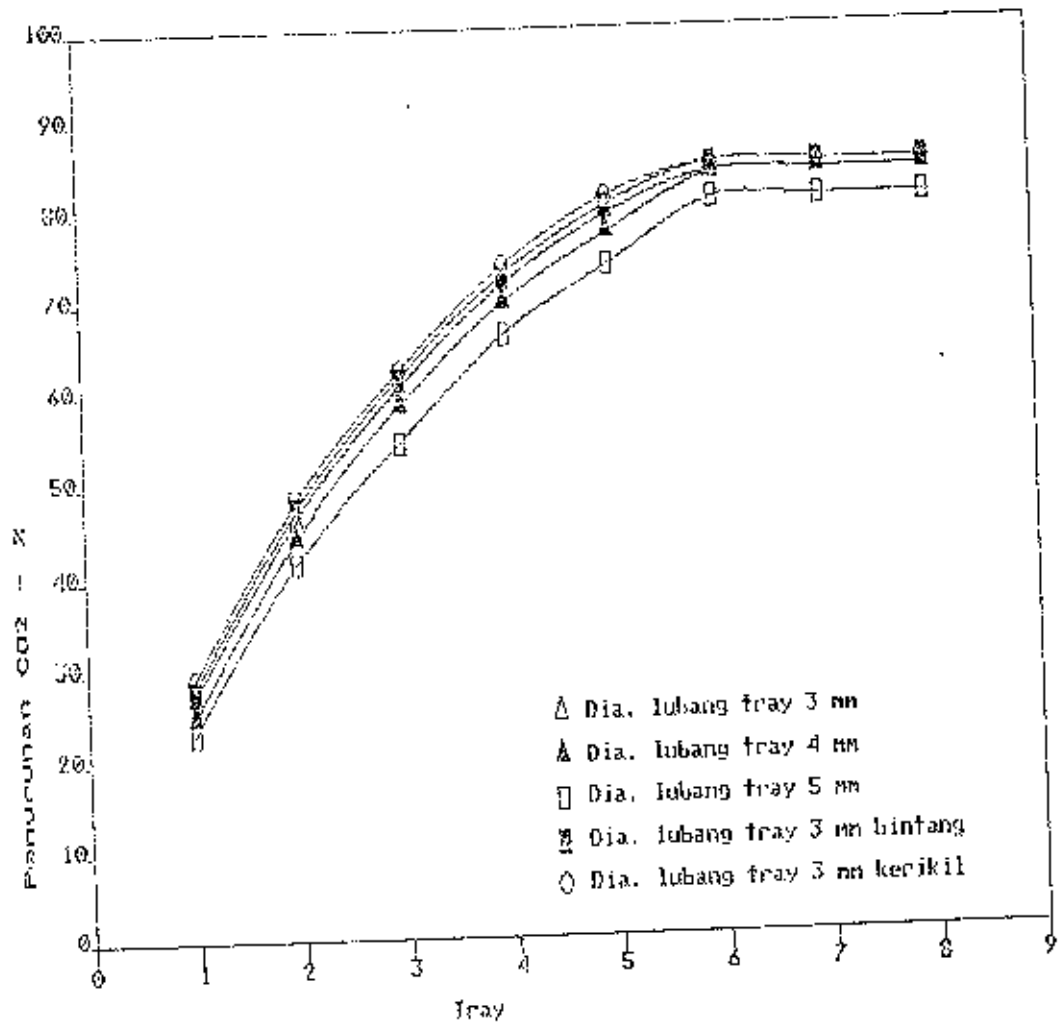
3. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 30°C , air : 27°C , CO_2 awal : 43.56 mg/l pH : 7.8 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.11 dan 5.12 berdasarkan tabel L.15 sampai L.19 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Untuk grafik 5.11
 - Grafik menunjukkan bahwa CO_2 terus mengalami penurunan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
 - Grafik menunjukkan bahwa pola penurunan CO_2 untuk berbagai ukuran diameter lubang tray untuk mencapai kadar yang tidak bisa turun lagi, tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang tray 3mm dengan media kontak lebih cepal dari pada diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5mm. Yaitu bisa turun sampai kandungan CO_2 mencapai 6.6 mg/l setelah mencapai tray ke enam, baik untuk diameter lubang dengan media kontak batu bintlang maupun media kontak batu kerikil.
- Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquids.

- Untuk grafik 5.12
- Grafik mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Efisiensi tertinggi dicapai sampai 84.84 % terjadi pada diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang maupun media kontak batu kerikil setelah melewati tray ke enam.



Grafik 5.11 : Hubungan antara tray dengan penurunan CO2
 dimana Q : 0.2 l/dt, CO2 awal 43.56 mg/l
 pH : 7.8, suhu udara/air 30/27 C

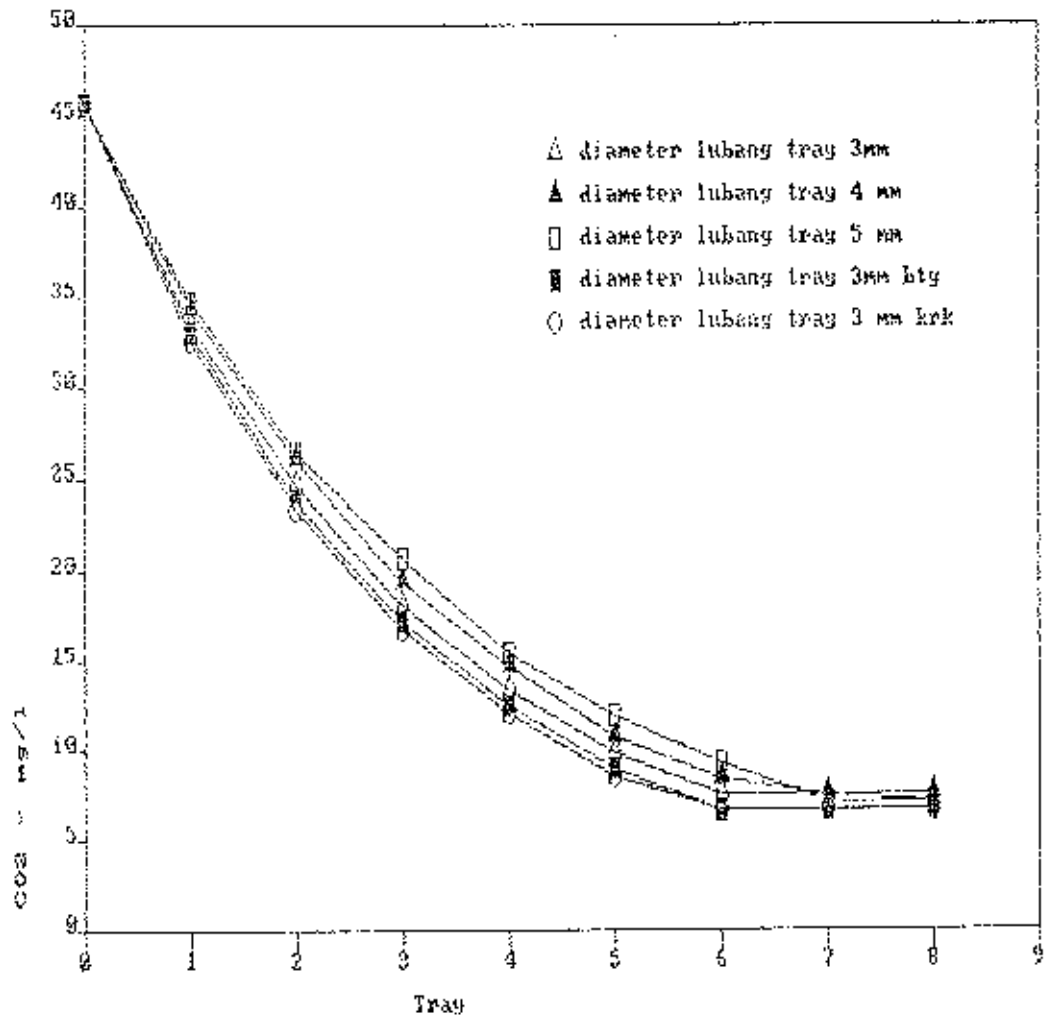


Grafik 5.11. : Hubungan antara tray dengan % penurunan CO2
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, CO2 awal 43.56 mg/l
 $\text{pH} : 7.8$ suhu udara/air $30/27 \text{ }^{\circ}\text{C}$

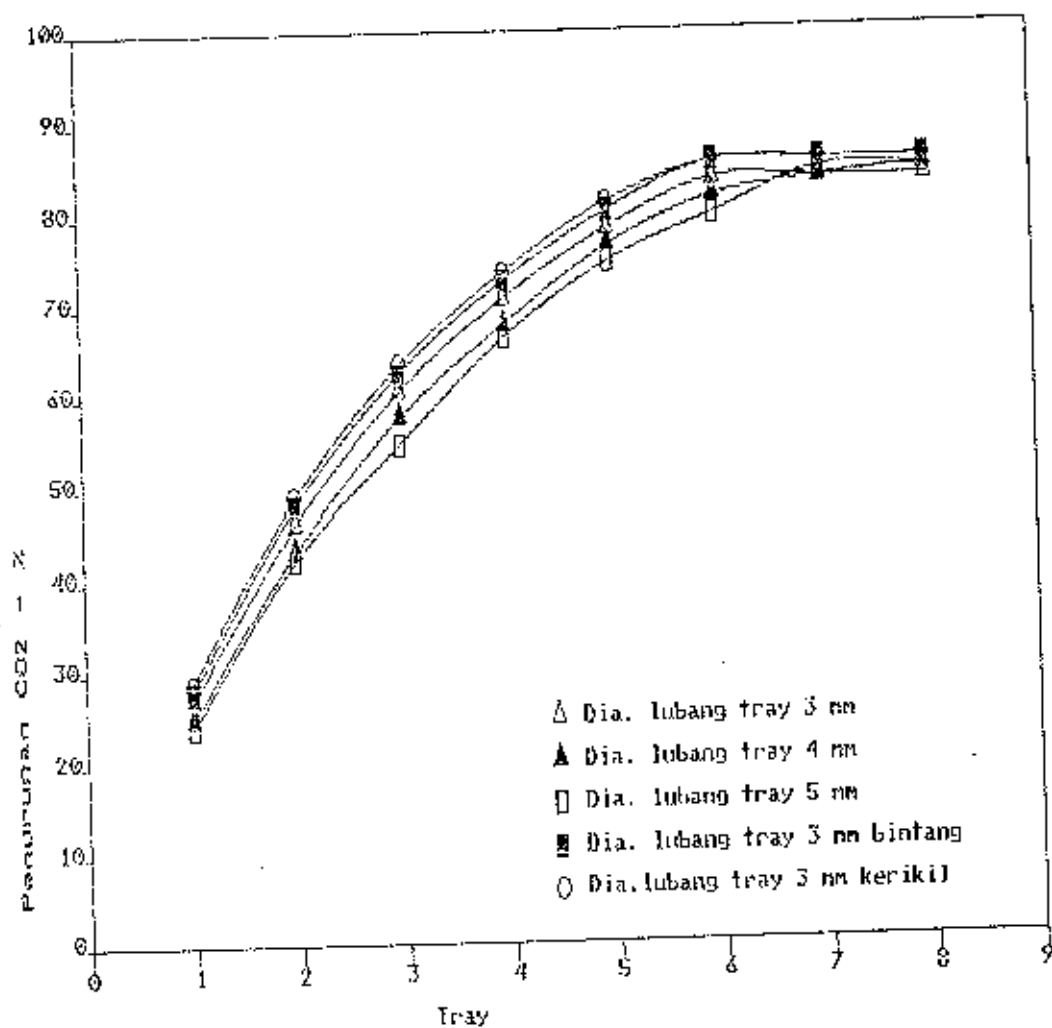
4. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 28°C , air : 25°C , CO_2 awal : 45.76 mg/l pH : 7.5 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.13 dan 5.14 berdasarkan tabel L.20 sampai L.24 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Untuk grafik 5.13
 - Grafik menunjukkan bahwa CO_2 terus mengalami penurunan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
 - Grafik menunjukkan bahwa pola penurunan CO_2 untuk berbagai ukuran diameter lubang tray untuk mencapai kadar yang tidak bisa turun lagi, tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang tray 3mm dengan media kontak lebih cepat dari pada diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5mm. Yaitu bisa turun sampai kandungan CO_2 mencapai 6.6 mg/l setelah mencapai tray ke enam, baik untuk diameter lubang dengan media kontak batu bintang maupun media kontak batu kerikil.
- Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquida.

- Untuk grafik 9.14
- Grafik mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Efisiensi tertinggi dicapai sampai 85,57 % terjadi pada diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang maupun media kontak batu kerikil setelah melewati tray ke enam.



Grafik 5.13 : Hubungan antara tray dengan penurunan CO_2
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, CO_2 awal 45.76 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$, suhu udara/air $28/25^\circ\text{C}$

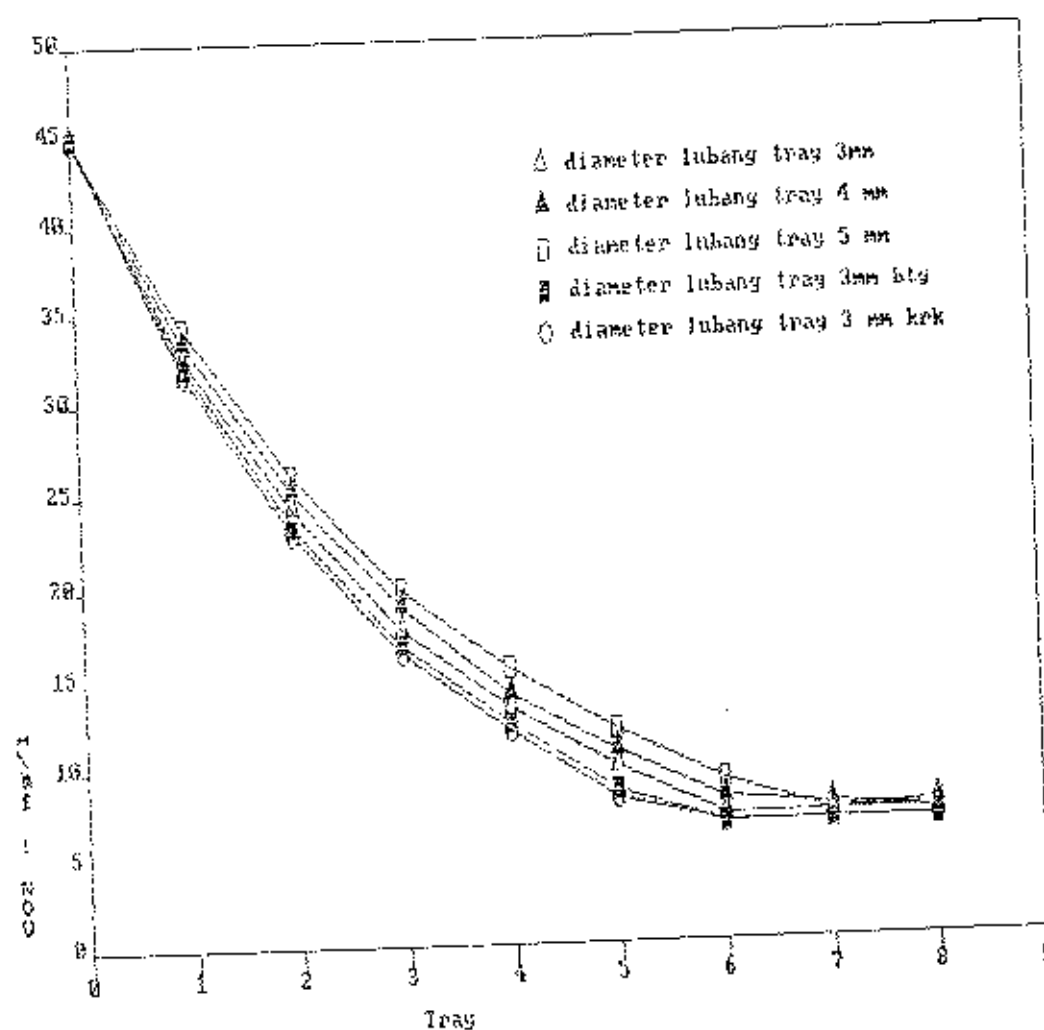


Grafik 5.14. : Hubungan antara tray dengan % penurunan CO2
dimana Q : 0.2 l/dt, CO2 awal 45.76 mg/l
pH : 7.5 suhu udara/air 28/25 C

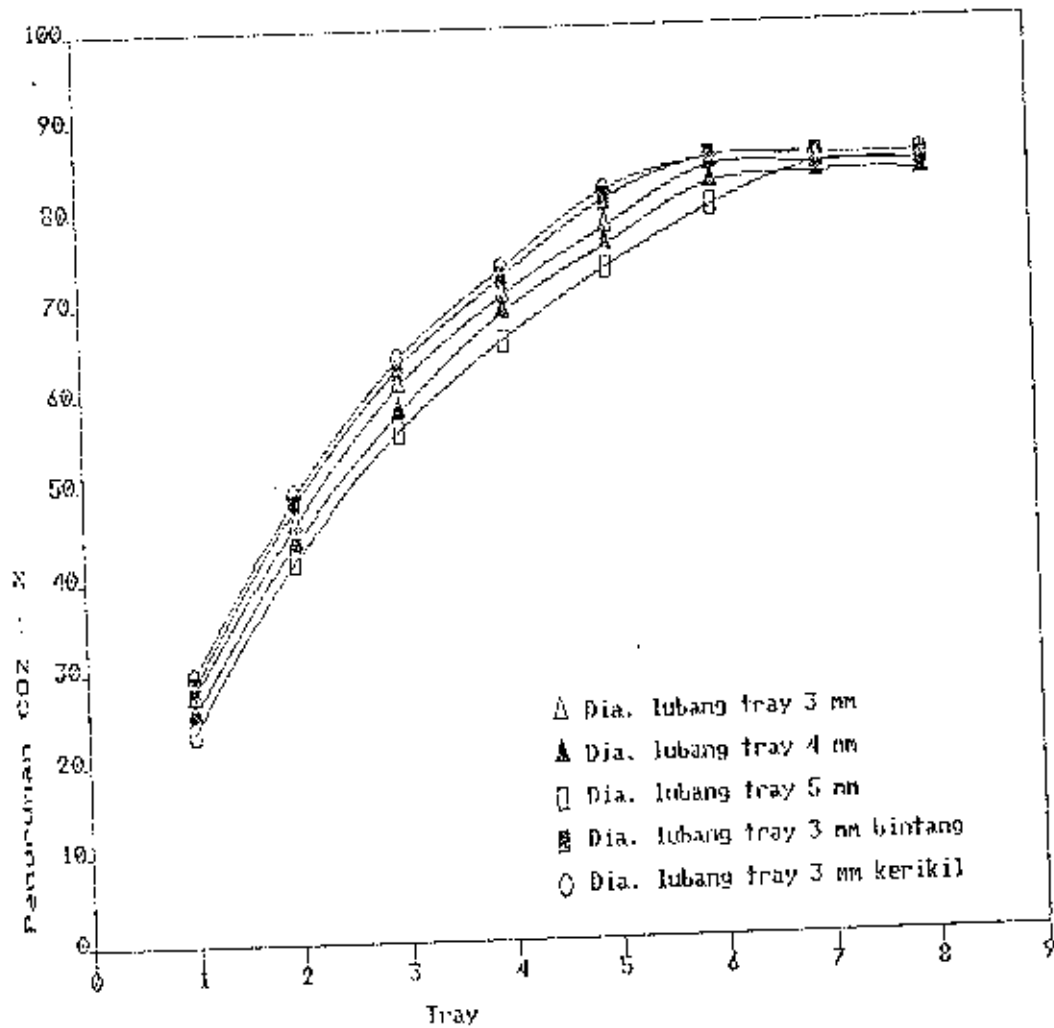
5. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 26°C , air : 25°C , CO_2 awal : 44.88 mg/l pH : 7.6 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.15 dan 5.16 berdasarkan tabel L.25 sampai L.29 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Untuk grafik 5.15
- Grafik menunjukkan bahwa CO_2 terus mengalami penurunan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Grafik menunjukkan bahwa pola penurunan CO_2 untuk berbagai ukuran diameter lubang tray untuk mencapai kadar yang tidak bisa turun lagi, tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang tray 3mm dengan media kontak lebih cepat dari pada diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5mm. Yaitu bisa turun sampai kandungan CO_2 mencapai 6.6 mg/l setelah mencapai tray ke enam, baik untuk diameter lubang dengan media kontak batu bintang maupun media kontak batu kerikil. Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquida.

- Untuk grafik 5.16
- Grafik mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Efisiensi tertinggi dicapai sampai 85.29 % terjadi pada diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang maupun media kontak batu kerikil setelah melewati tray ke enam.



Grafik. 5.15 : Hubungan antara tray dengan penurunan CO_2
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, CO_2 awal 44.88 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$, suhu udara/air $28/25 \text{ }^\circ\text{C}$

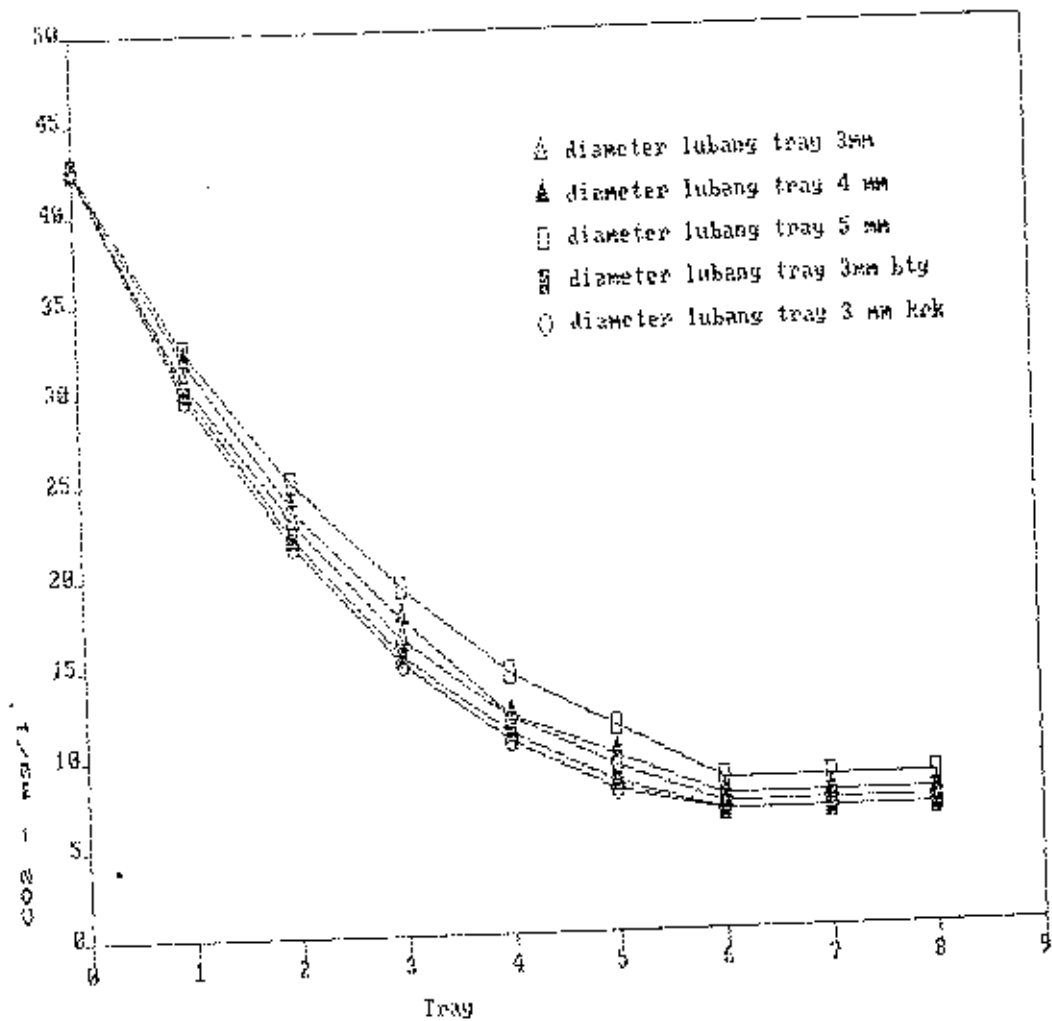


Grafik 5.16. : Hubungan antara tray dengan % penurunan CO₂
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, CO₂ awal 44.88 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

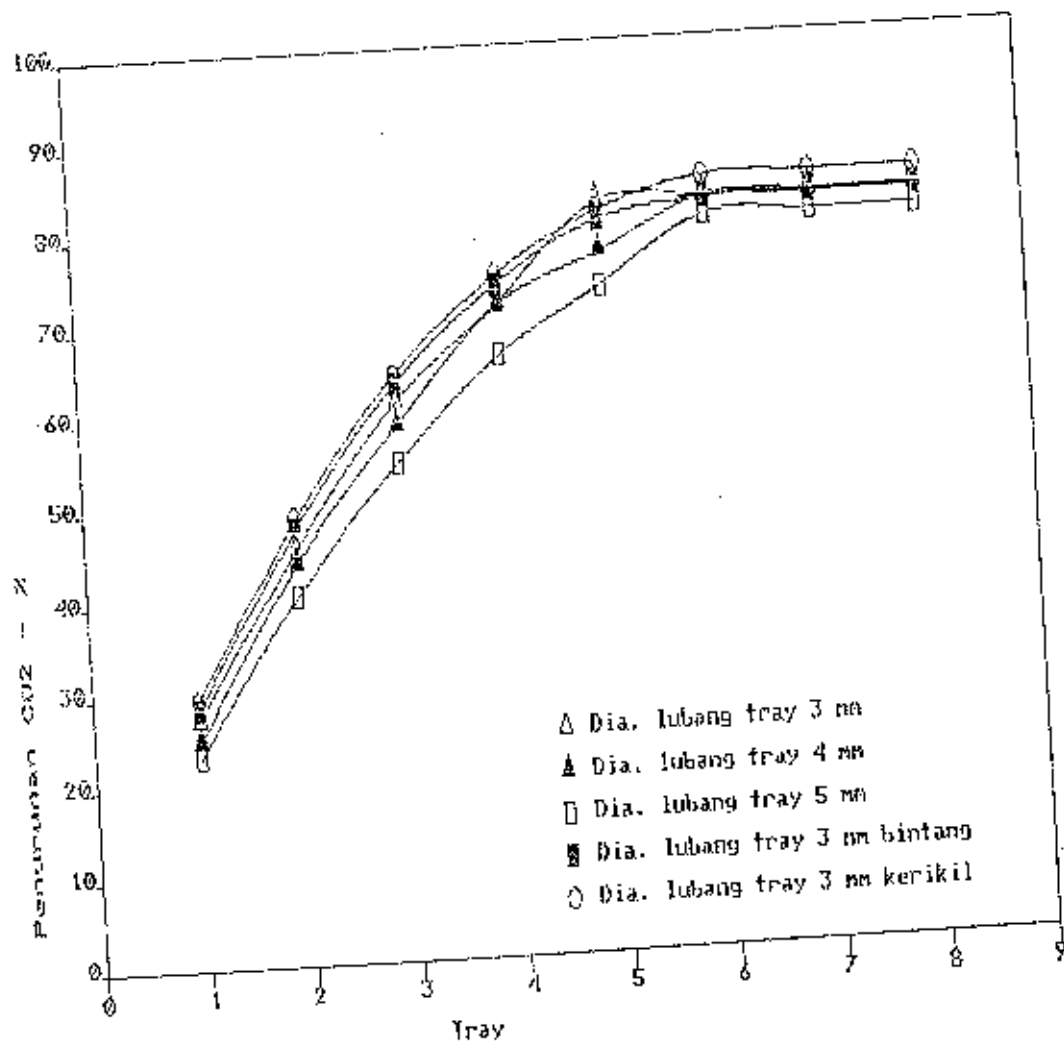
6. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 28°C ,air : 25°C , CO_2 awal : 42.44 mg/l pH : 7.9 , debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.17 dan 5.18 berdasarkan tabel L.25 sampai L.29 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Untuk grafik 5.17
- Grafik menunjukkan bahwa CO_2 terus mengalami penurunan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Grafik menunjukkan bahwa pola penurunan CO_2 untuk berbagai ukuran diameter lubang tray untuk mencapai kadar yang tidak bisa turun lagi, tidak terjadi pada tingkat tray yang sama. Diameter lubang tray 3mm dengan media kontak lebih cepat dari pada diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5mm. Yaitu bisa turun sampai kandungan CO_2 mencapai 6.6 mg/l setelah mencapai tray ke enam, baik untuk diameter lubang dengan media kontak batu bintang maupun media kontak batu kerikil. Ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa untuk memperbesar laju perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas dan menaikkan turbulensi pada fase liquida.

- Untuk grafik 5.17
- Grafik mengalami kenaikan dengan bertambahnya jumlah tingkat tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Efisiensi tertinggi dicapai sampai 84.44 % terjadi pada diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang maupun media kontak batu kerikil setelah melewati tray ke enam.



Grafik 5.7 : Hubungan antara tray dengan penurunan CO₂
dimana Q : 0.2 l/dt, CO₂ awal 42.44 mg/l
pH : 7.8, suhu udara/air 28/25 C



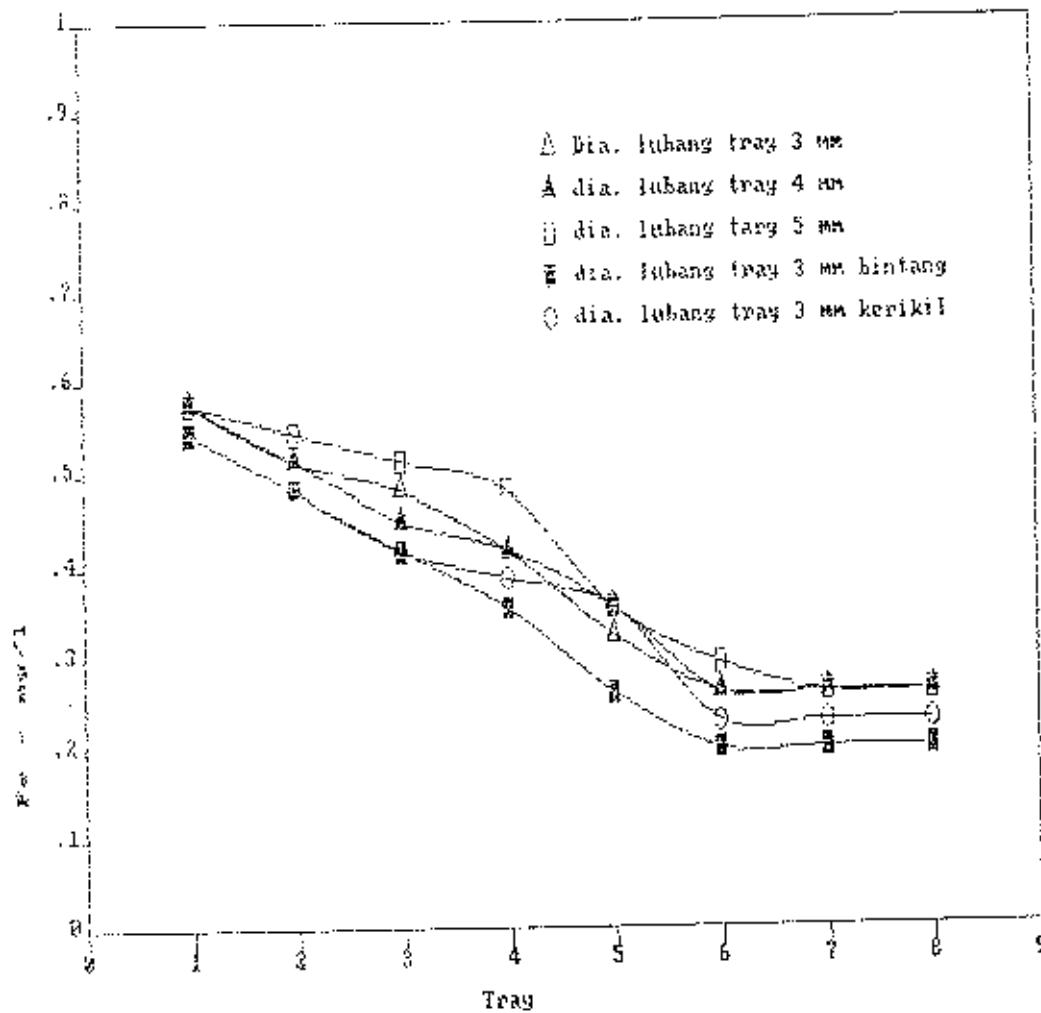
Grafik 5.18. : Hubungan antara tray dengan % penurunan CO₂
 dimana Q : 0.2 l/dt, CO₂ awal 42.44 mg/l
 pH : 7.8 suhu udara/air 28/25 C

5.3. Analisa data penurunan Fe

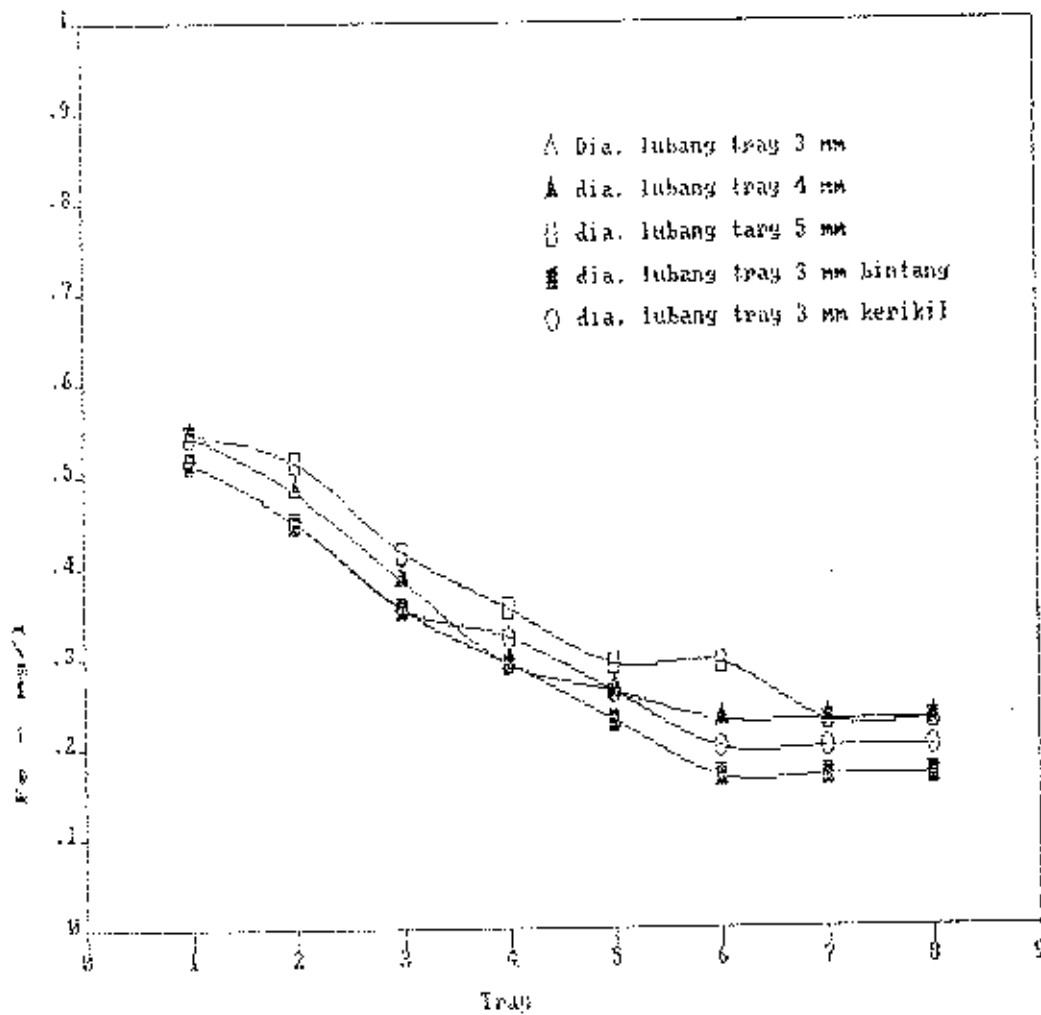
1. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat yang diikuti dengan pengendapan selama 30', 60', 90', suhu udara: 30°C air: 27°C, debit air 0,2 l/dt, pH:7.5, kandungan Fe awal: 0.608 mg/l, seperti ditampilkan pada grafik 5.19 sampai 5.24 berdasarkan tabel L.5 sampai L.9 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Untuk grafik 5.19 sampai 5.21
- Grafik mengalami penurunan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray
- Dari grafik 5.19 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun sampai 0.199 mg/l setelah melewati tray ke enam.
- Dari grafik 5.20 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun sampai 0.167 mg/l setelah melewati tray ke enam.
- Dari grafik 5.21 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun sampai 0.136 mg/l setelah melewati tray ke enam.

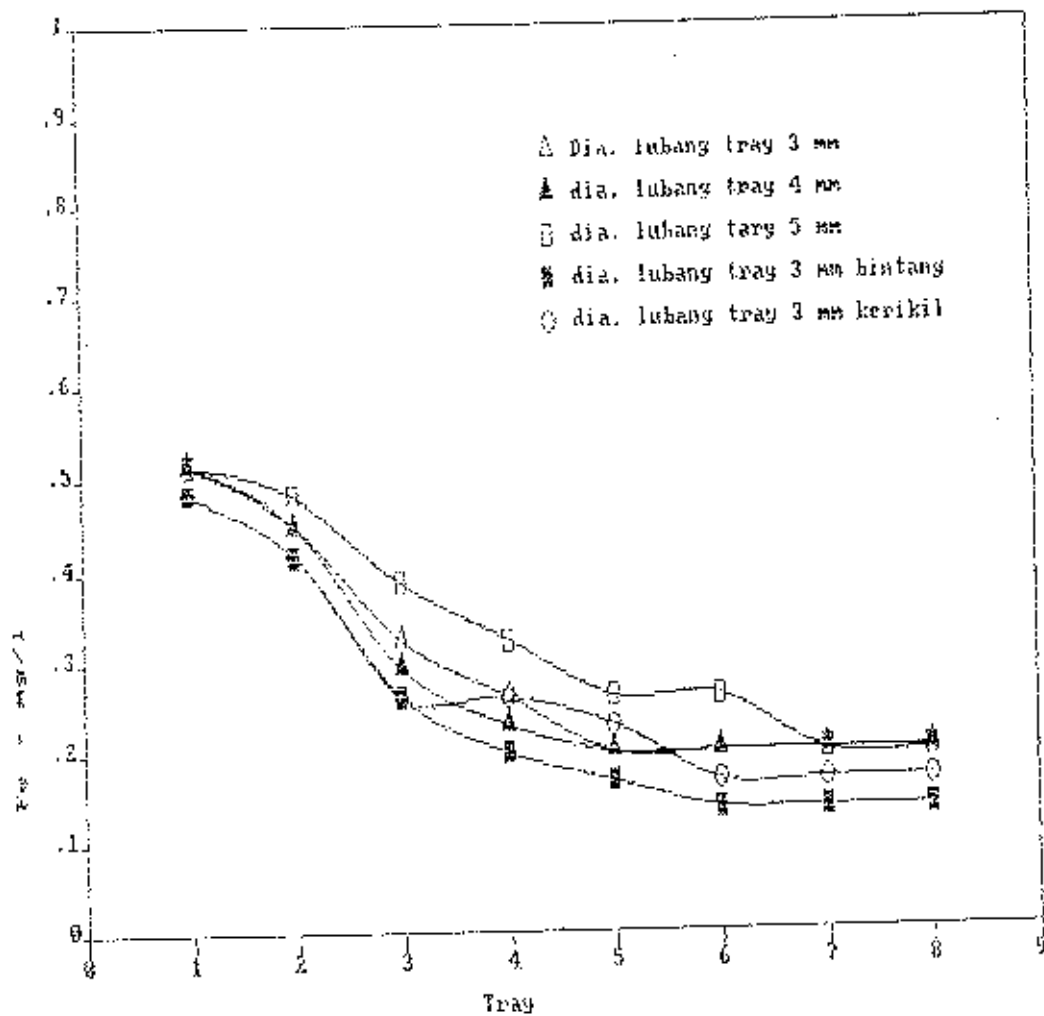
- Untuk grafik 5.22 sampai 24
- Grafik mengalami kenaikan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray.
- Dari grafik 5.22 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 67.26 % setelah melewati tray ke enam.
- Dari grafik 5.23 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 72.53 % setelah melewati tray ke enam.
- Dari grafik 5.24 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 77.63 % setelah melewati tray ke enam.
- Hal ini sesuai dengan teori, bahwa dengan adanya media kontak akan memperbaiki dan meratakan proses transfer gas sehingga proses oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} semakin bagus
- Dilihat dari waktu pengendapan, 90 menit merupakan waktu yang paling baik untuk menurunkan kandungan Fe bisa mencapai 77.63 %.



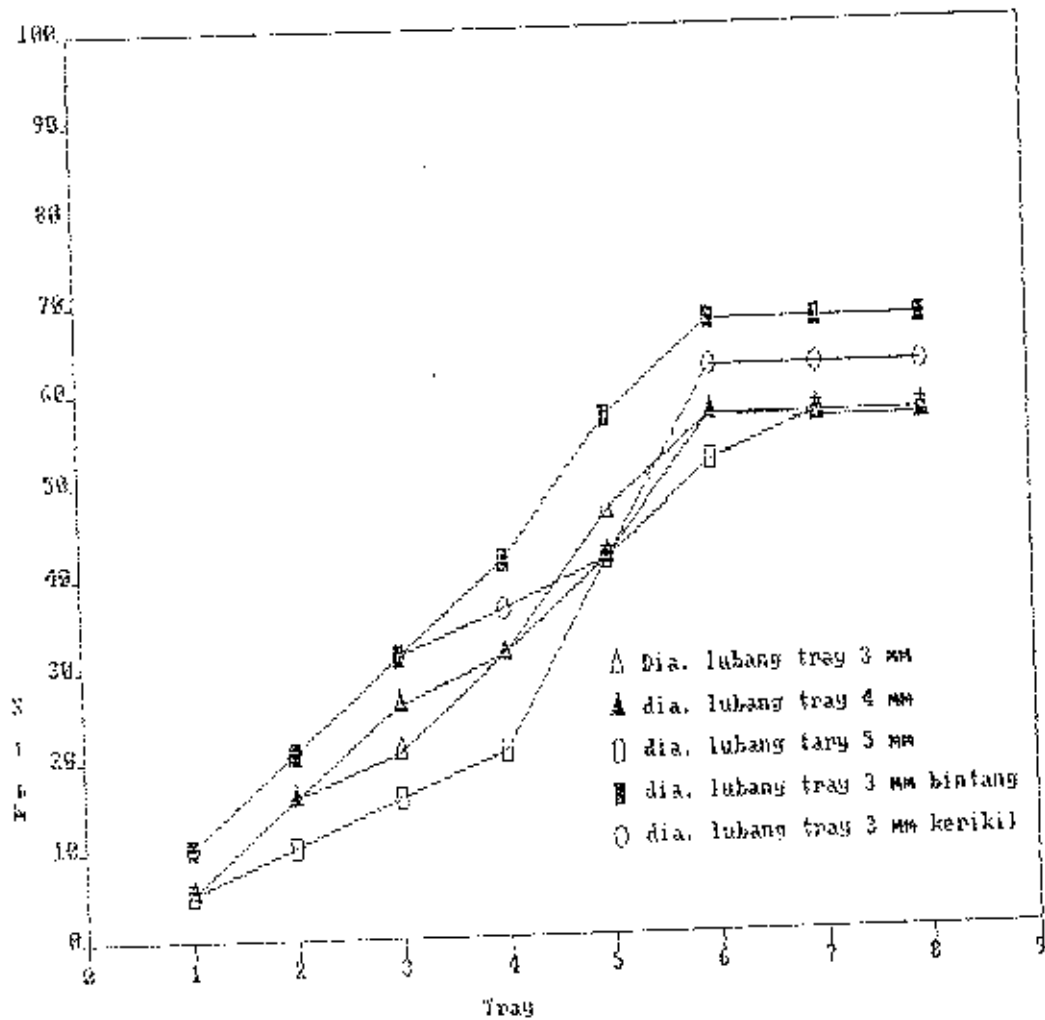
Grafik 5.19. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.608 mg/l
 pH : 7.5 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 30 menit



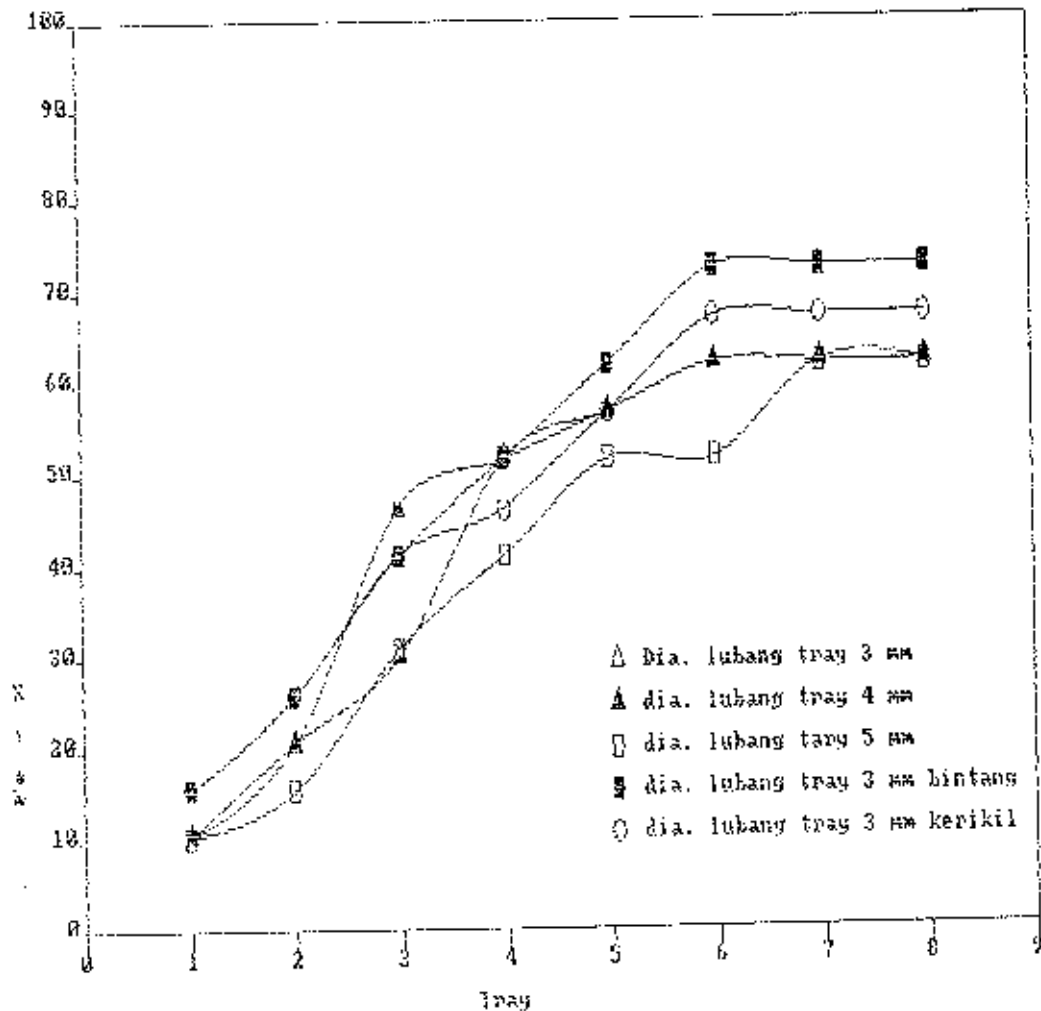
Grafik 5.20. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.608 mg/l
 pH : 7.5 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 60 menit



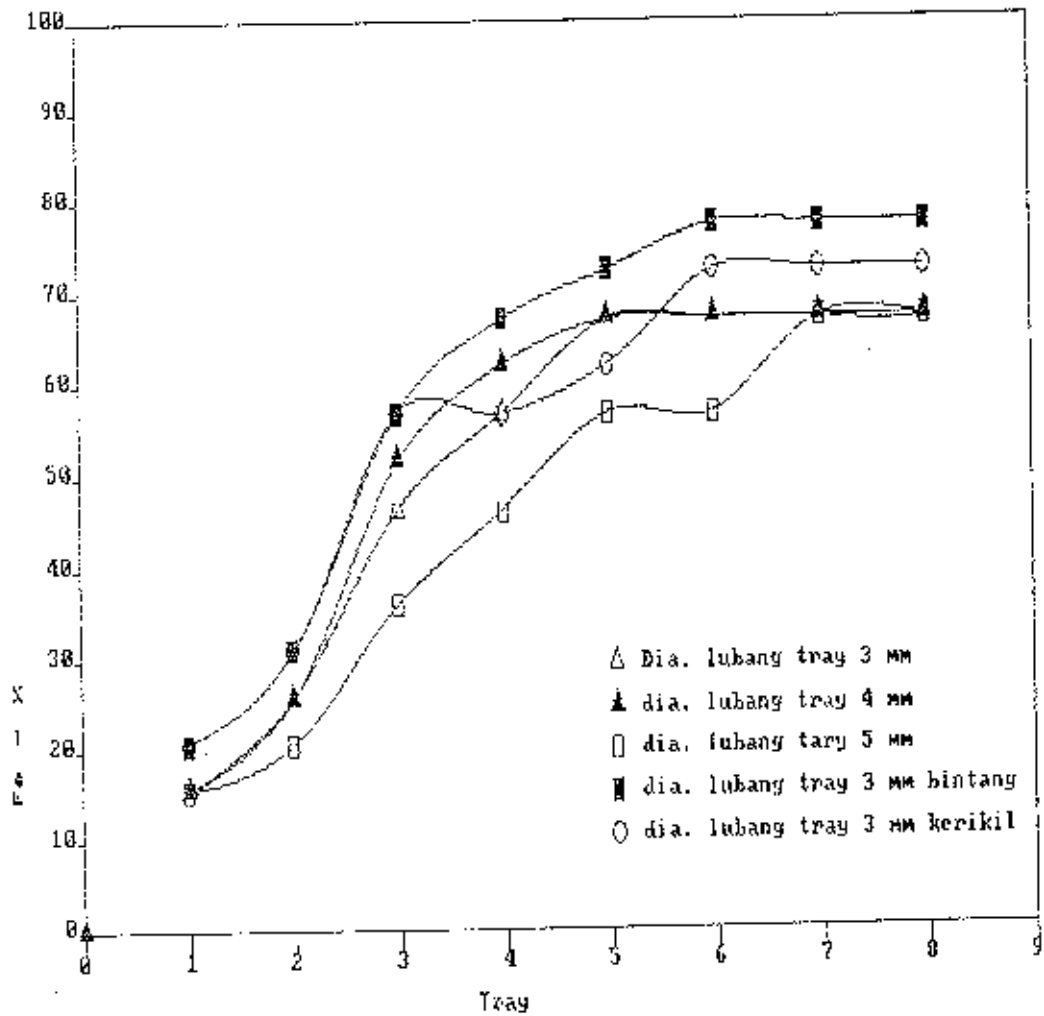
Grafik 5.21. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.608 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $30/27^\circ \text{C}$
 pengendapan 90 menit



Grafik S.22. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.608 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $30/27 \text{ }^\circ\text{C}$
 pengendapan 30 menit



Grafik 5.23. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.608 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $30/27^\circ \text{C}$
 pengendapan 60 menit

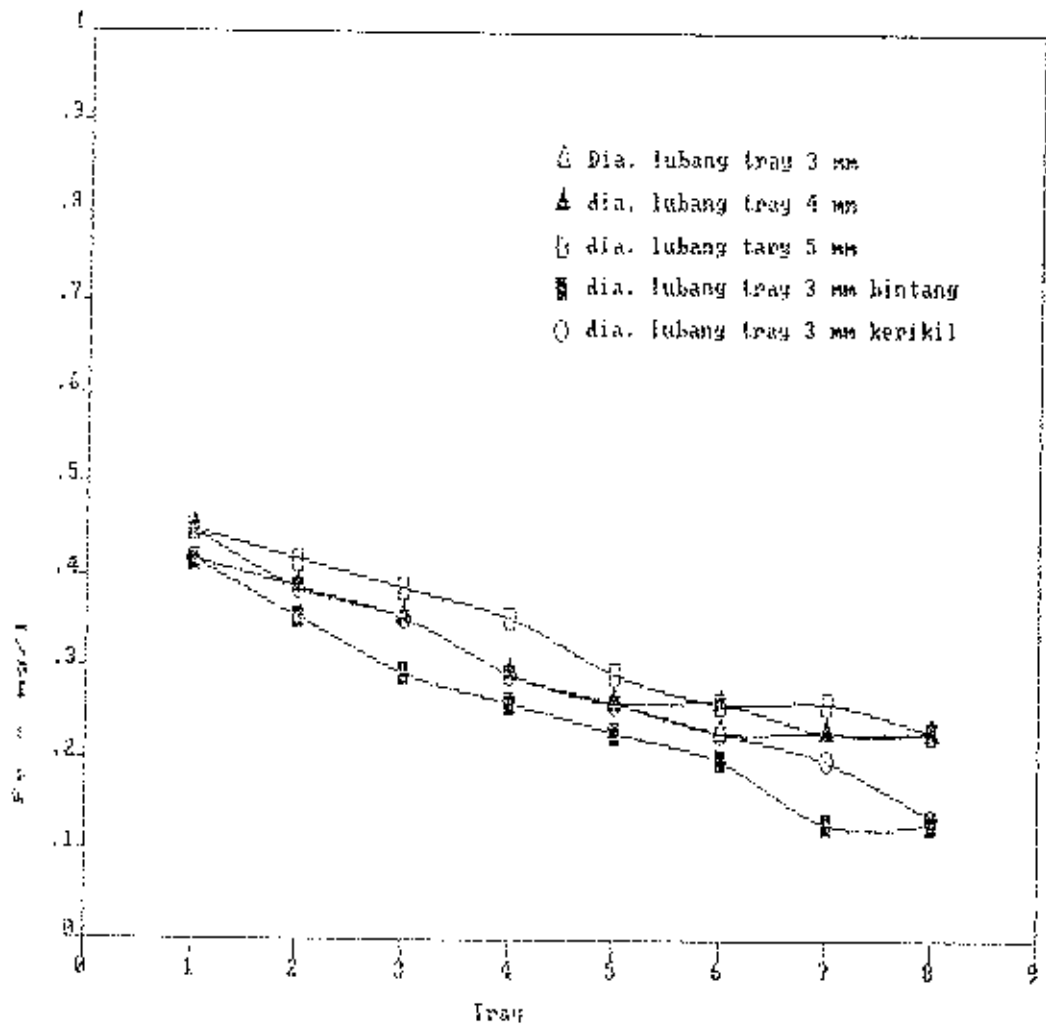


Grafik 5.24. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.608 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $30/27 \text{ }^\circ\text{C}$
 pengendapan 90 menit

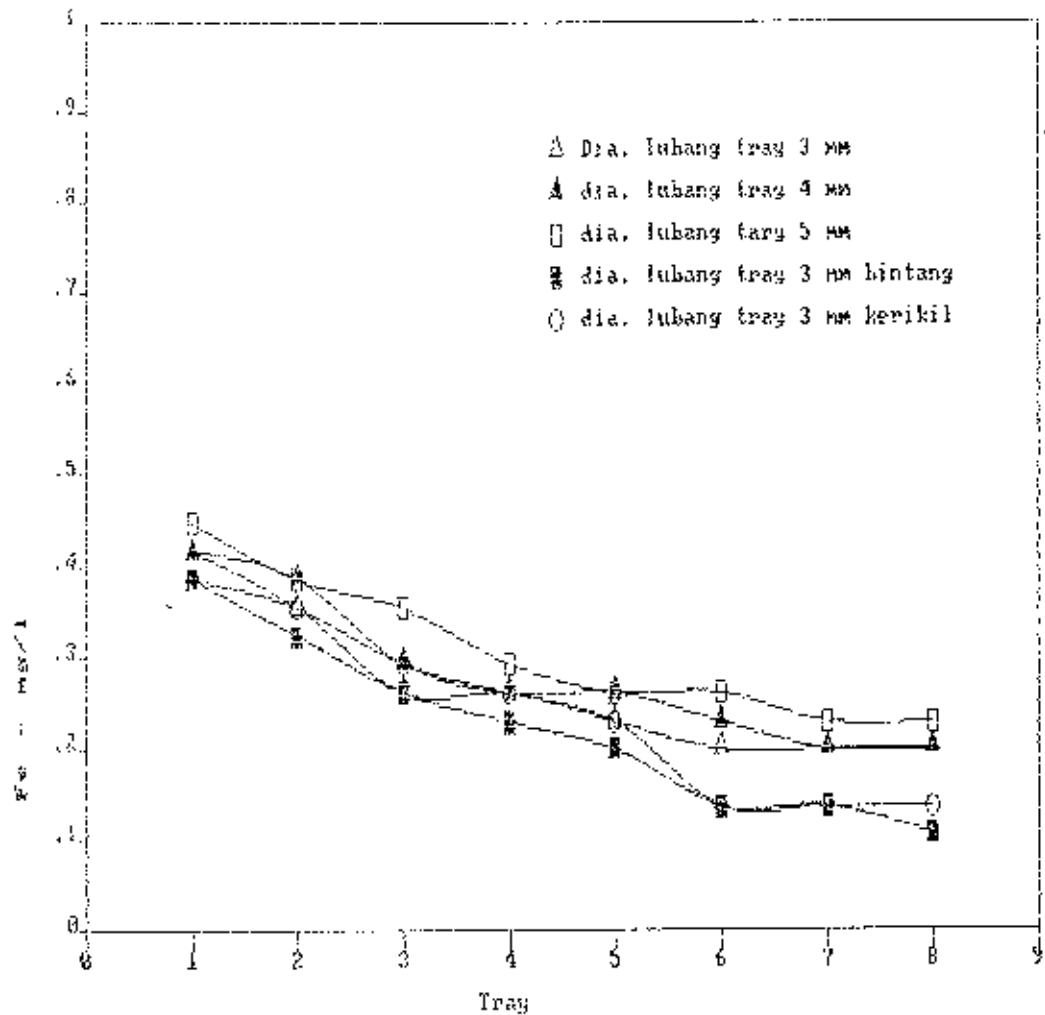
2. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat yang diikuti dengan pengendapan selama 30', 60', 90', suhu udara: 30°C air: 27°C, debit air 0,2 l/dt, pH:7.6, kandungan Fe awal: 0.482 mg/l, seperti ditampilkan pada grafik 5.25 sampai 5.30 berdasarkan tabel L.10 sampai L.14 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Untuk grafik 5.25 sampai 5.27
- Grafik mengalami penurunan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray
- Dari grafik 5.25 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun sampai 0.136 mg/l setelah melewati tray ke tujuh.
- Dari grafik 5.26 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun sampai 0.108 mg/l setelah melewati tray ke delapan.
- Dari grafik 5.27 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun sampai 0.105 mg/l setelah melewati tray ke enam.

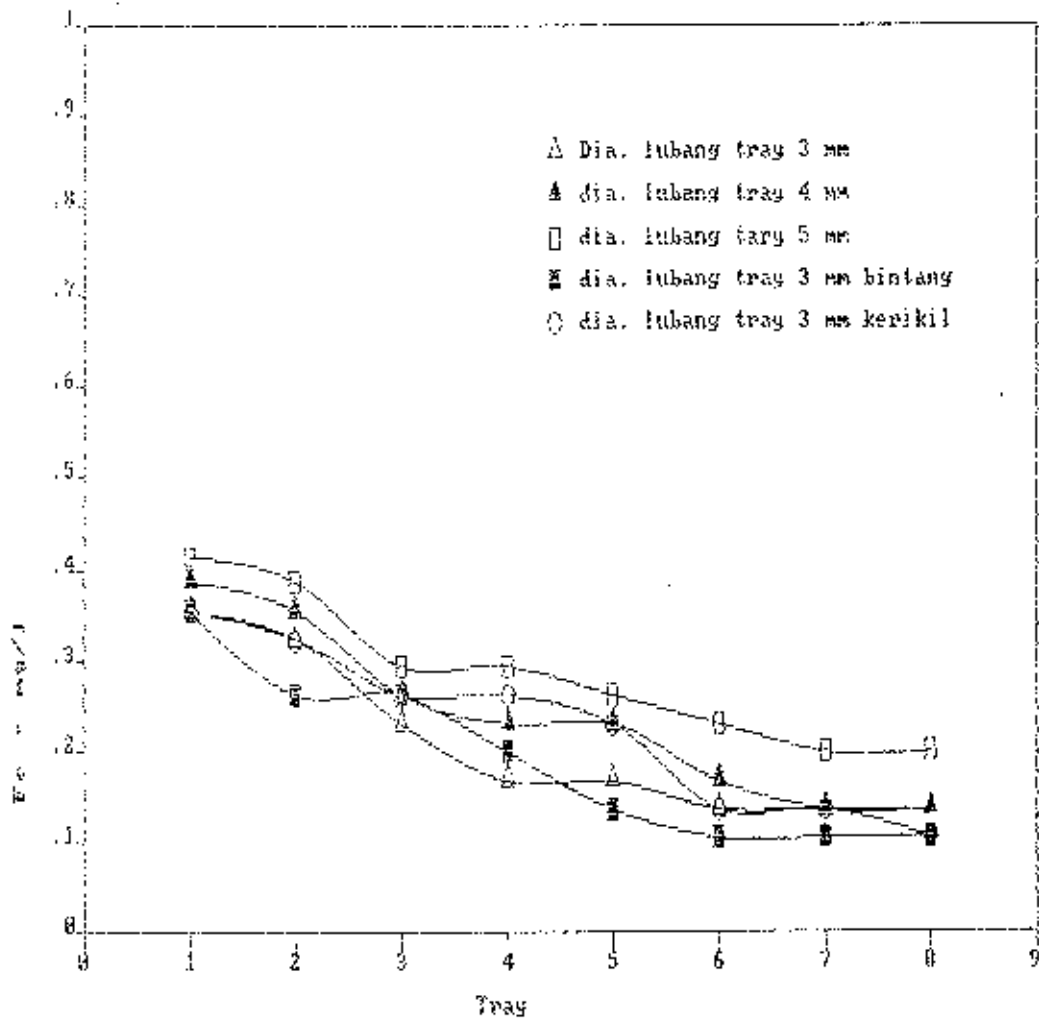
- Untuk grafik 5.28 sampai 5.30
- Grafik mengalami kenaikan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray.
- Dari grafik 5.28 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 71.78 % setelah melewati tray ke tujuh.
- Dari grafik 5.29 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 78.21 % setelah melewati tray ke delapan.
- Dari grafik 5.30 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 78.21 % setelah melewati tray ke lima.
- Hal ini sesuai dengan teori, bahwa dengan adanya media kontak akan memperbaiki dan meratakan proses transfer gas sehingga proses oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} semakin bagus
- Dilihat dari waktu pengendapan, 90 menit merupakan waktu yang paling baik untuk menurunkan kandungan Fe bisa mencapai 78.21 %



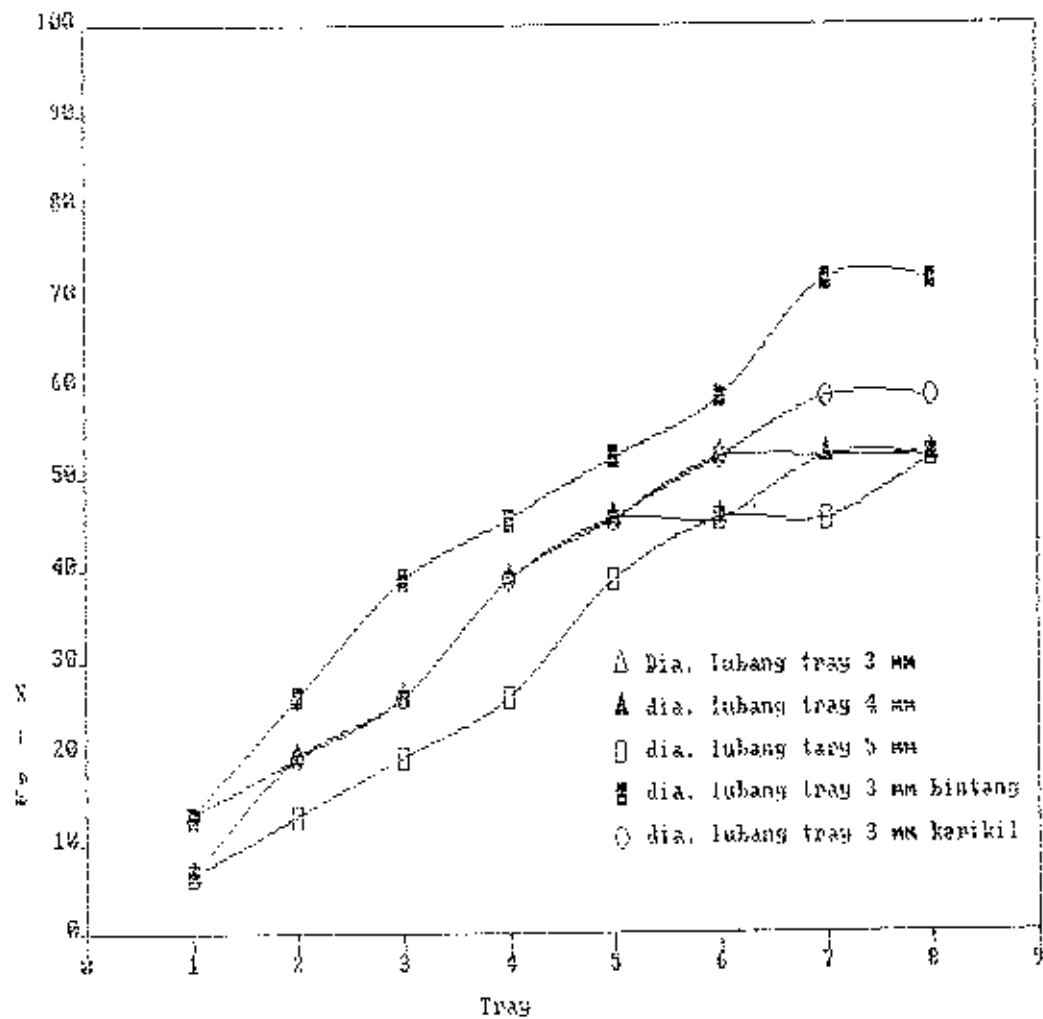
Grafik 5.25. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.482 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $30/27^\circ \text{C}$
 pengendapan 30 menit



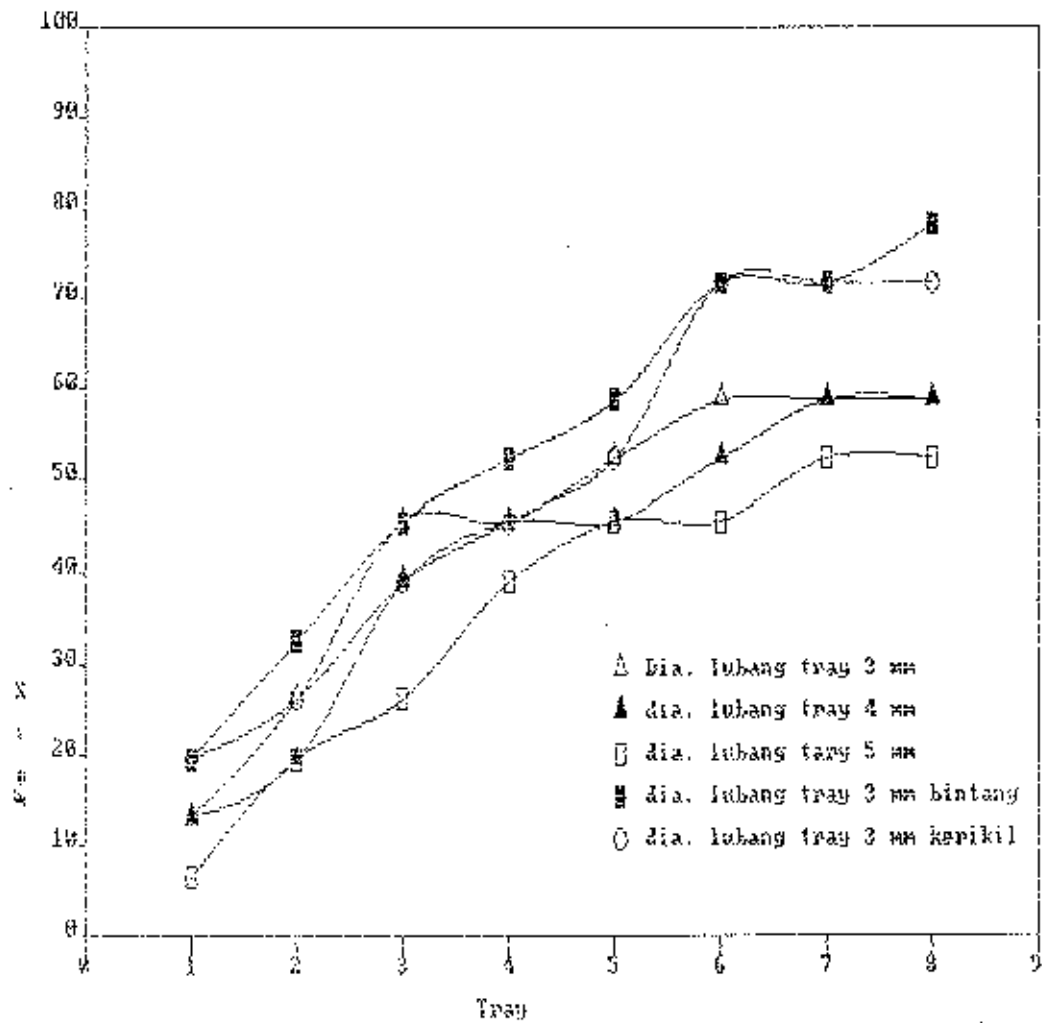
Grafik 5.26. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.482 mg/l
 pH : 7.6 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 60 menit



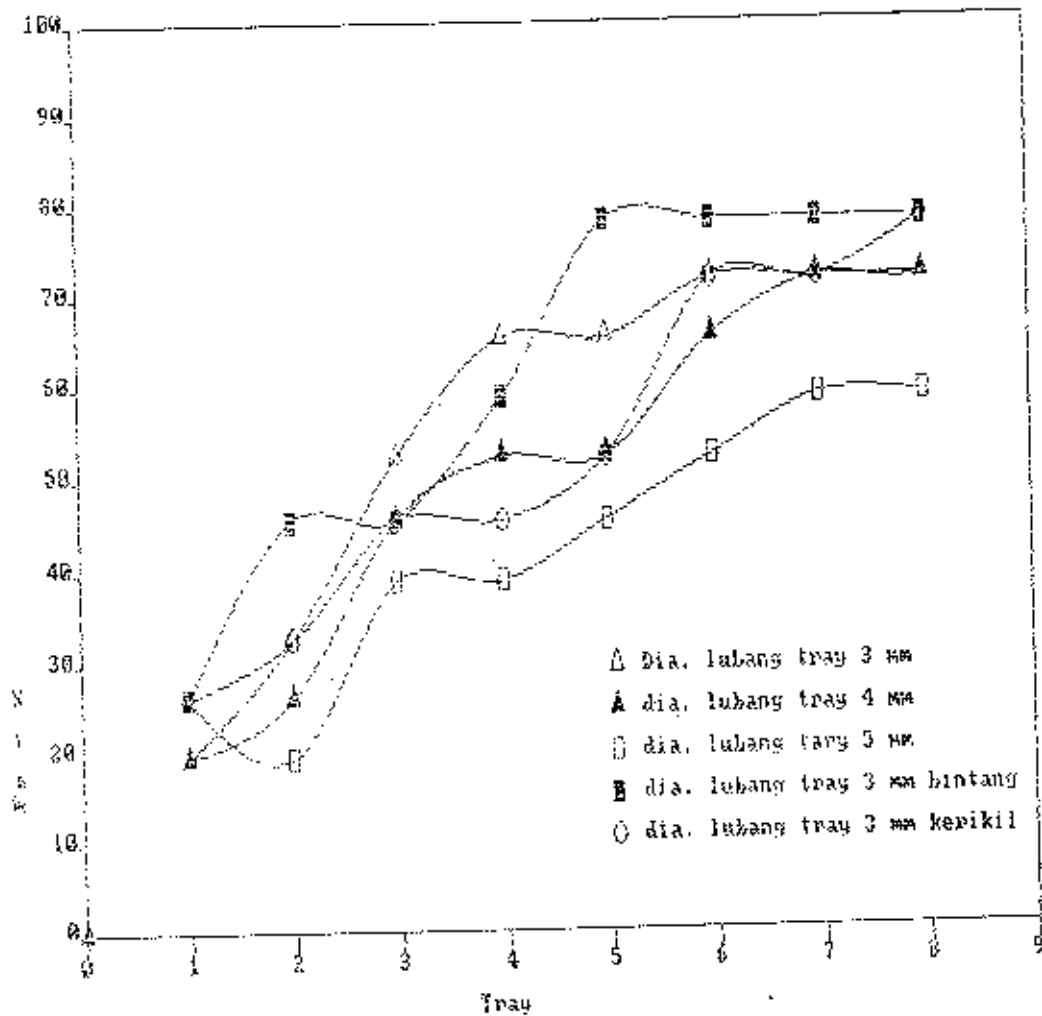
Grafik 5.27. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.482 mg/l
 pH : 7.6 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 90 menit



Grafik 5.28. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.482 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $30/27 \text{ }^\circ\text{C}$
 pengendapan 30 menit



Grafik 5.29. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.482 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $30/27 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 60 menit

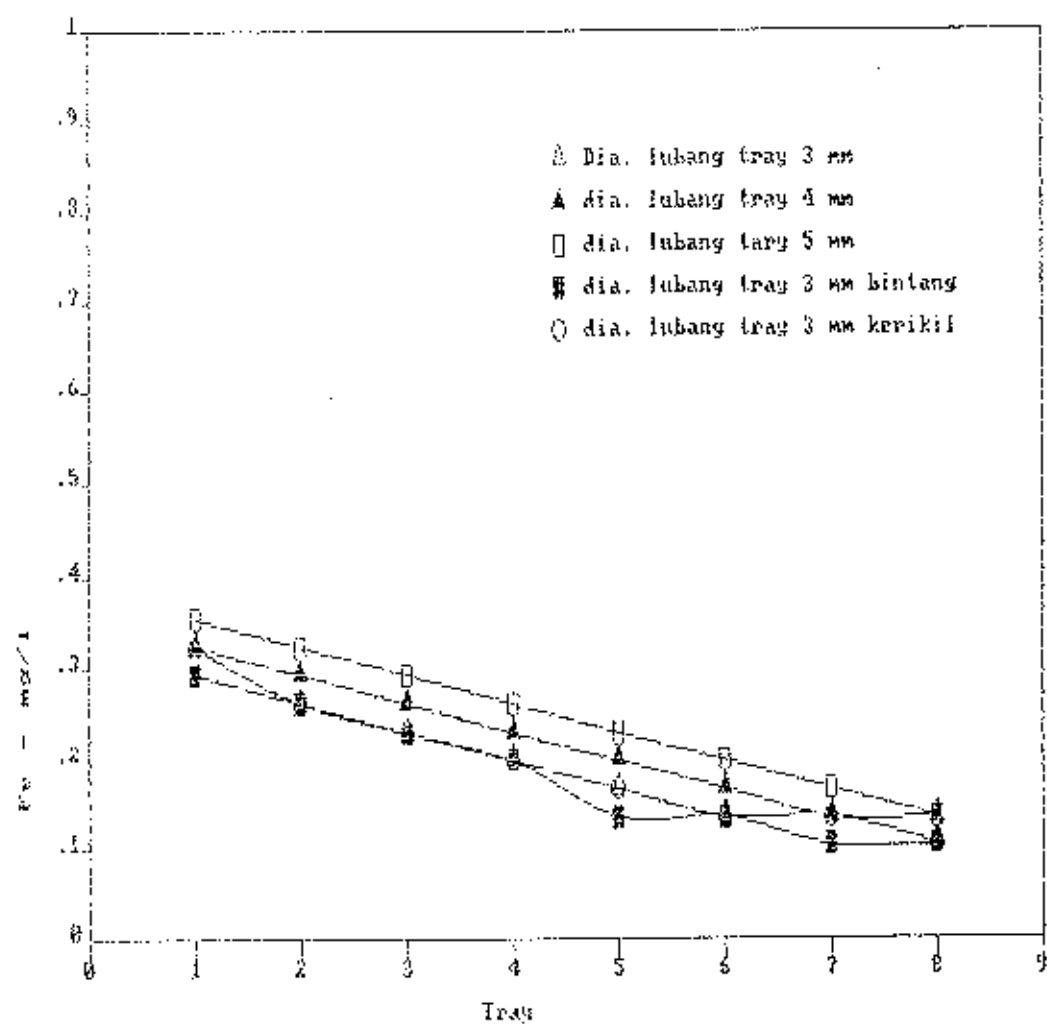


Grafik B.30. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.482 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $30/27 \text{ C}$
 pengendapan 90 menit

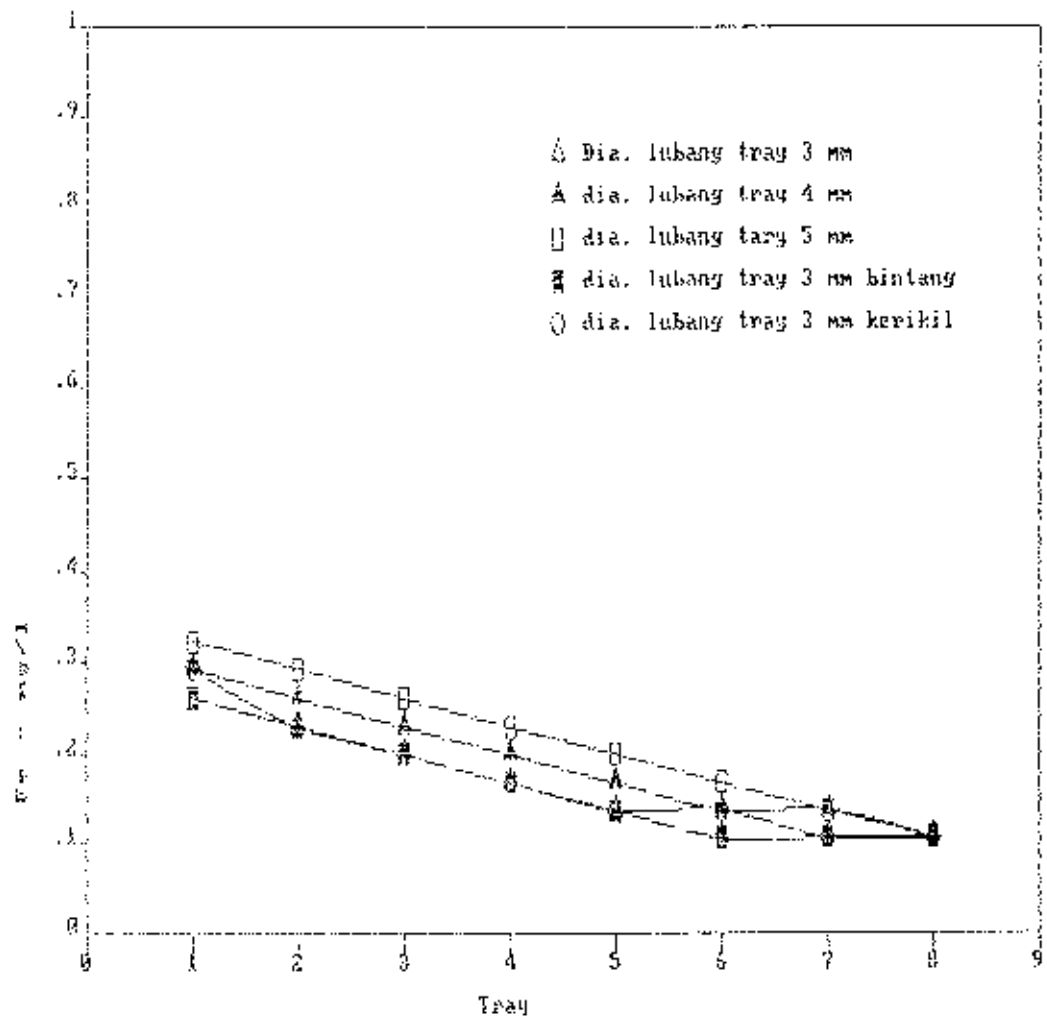
3. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertlingkayang diikuti dengan pengendapan selama 30', 60', 90', suhu udara: 30°C air: 27°C, debit air 0,2 l/dt, pH: 7.8, kandungan Fe awal: 0.356 mg/l, seperti ditampilkan pada grafik 5.31 sampai 5.36 berdasarkan tabel L.15 sampai L.19 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Untuk grafik 5.31 sampai 5.33
- Grafik mengalami penurunan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray
- Dari grafik 5.31 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun sampai 0.105 mg/l setelah melewati tray ke tujuh.
- Dari grafik 5.32 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan media batu kerikilyaitu turun sampai 0.105 mg/l setelah melewati tray ke enam.
- Dari grafik 5.33 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun sampai 0.105 mg/l setelah melewati tray ke lima.

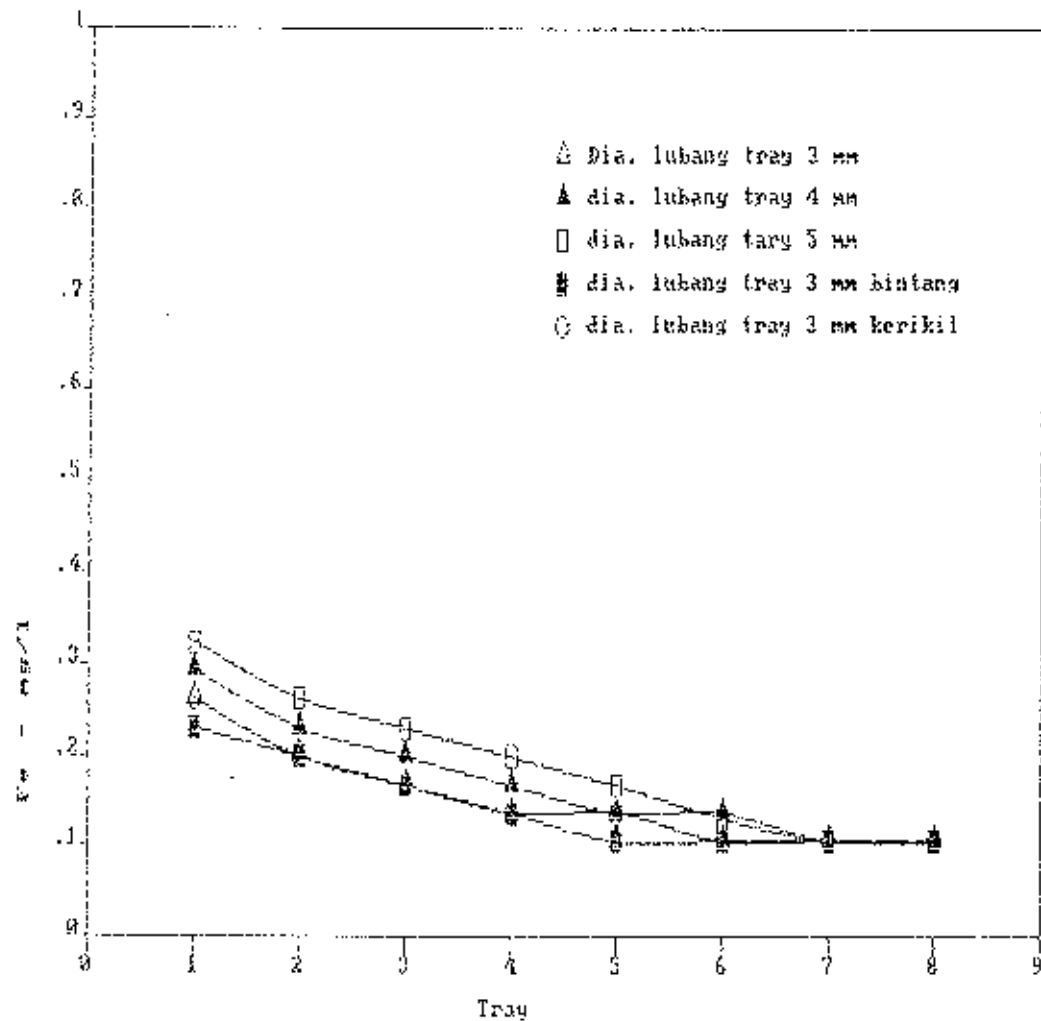
- Untuk grafik 5.34 sampai 5.36
- Grafik mengalami kenaikan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray.
- Dari grafik 5.34 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 70.50 % setelah melewati tray ke tujuh.
- Dari grafik 5.35 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 70.50 % setelah melewati tray ke enam.
- Dari grafik 5.36 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 70.50 % setelah melewati tray ke lima.
- Hal ini sesuai dengan teori, bahwa dengan adanya media kontak akan memperbaiki dan meratakan proses transfer gas sehingga proses oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} semakin bagus
- Dilihat dari waktu pengendapan, 90 menit merupakan waktu yang paling baik untuk menurunkan kandungan Fe bisa mencapai 70.50 % .



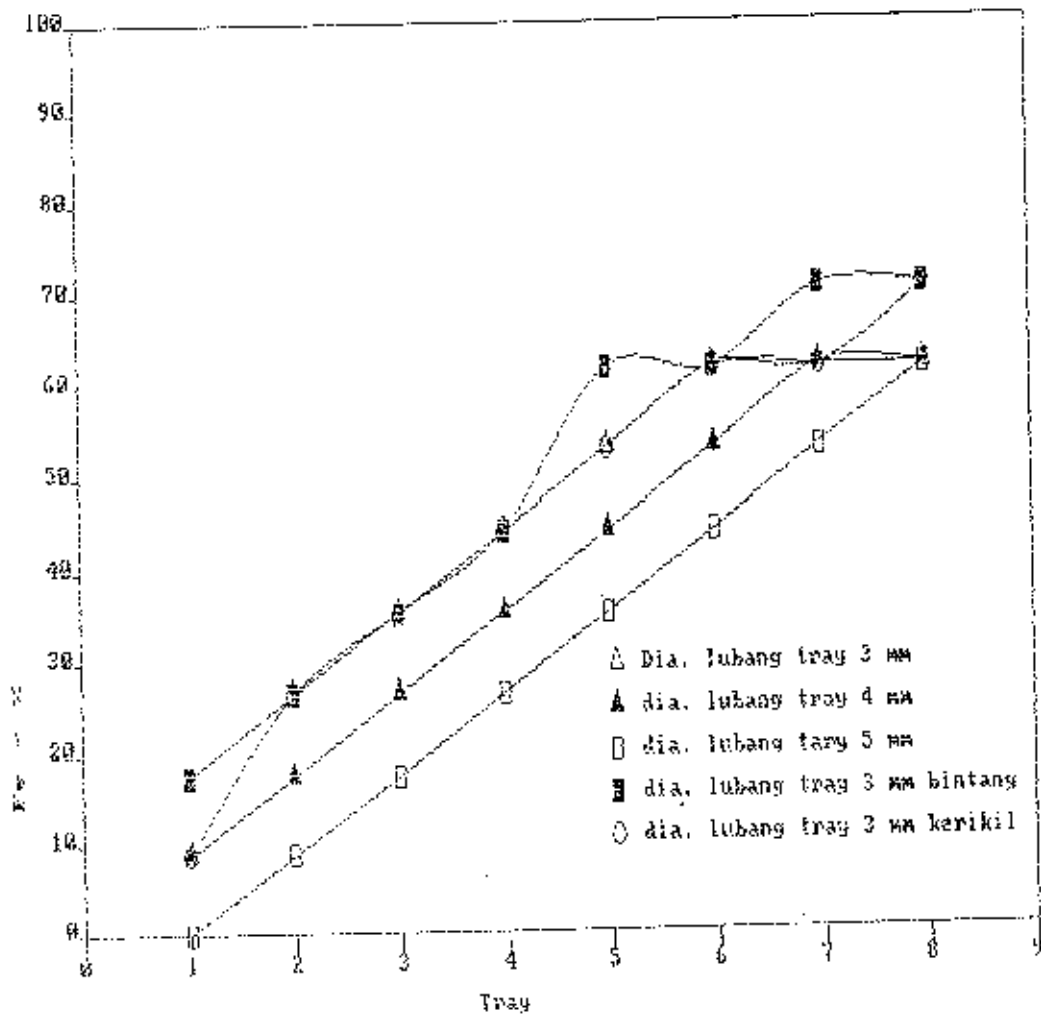
Grafik 5.31. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.356 mg/l
 pH : 7.8 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 30 menit



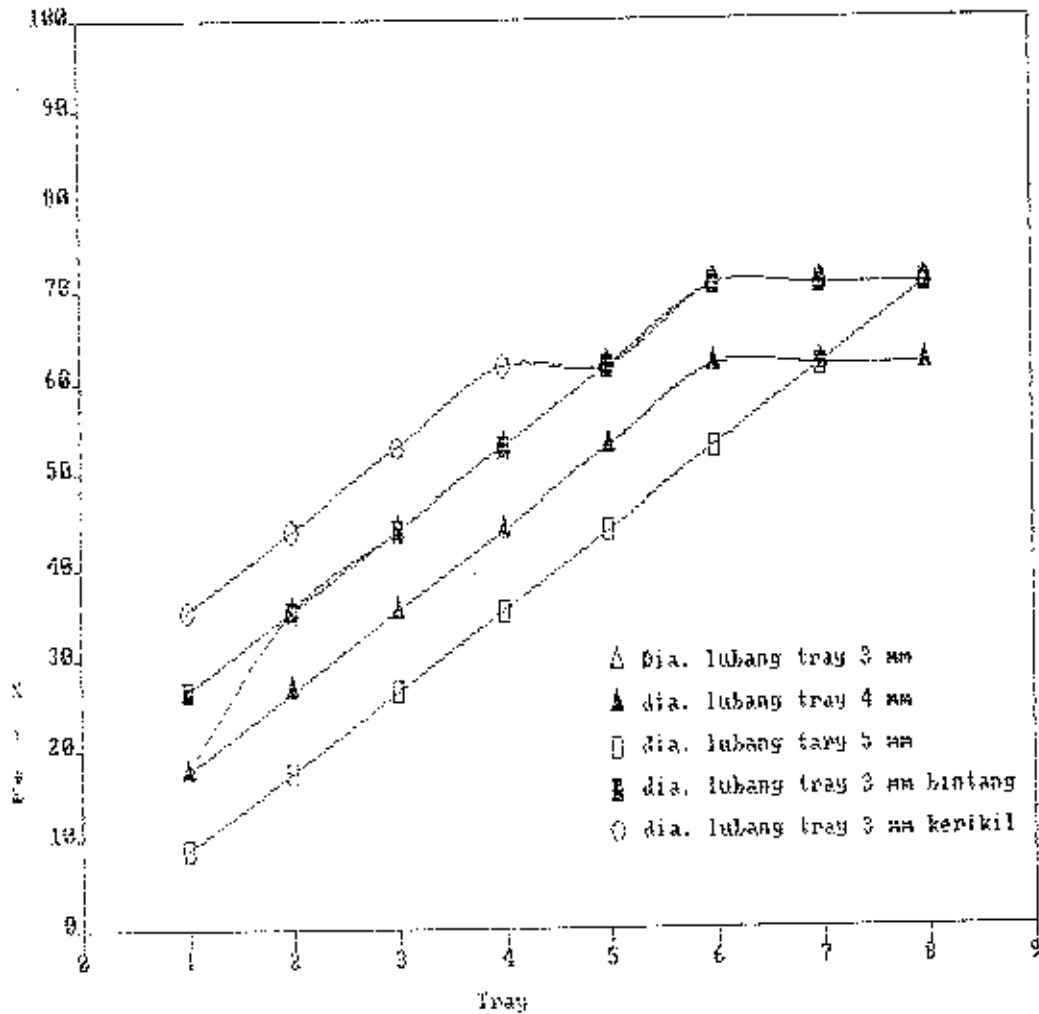
Grafik 5.32. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.356 mg/l
 pH : 7.8 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 60 menit



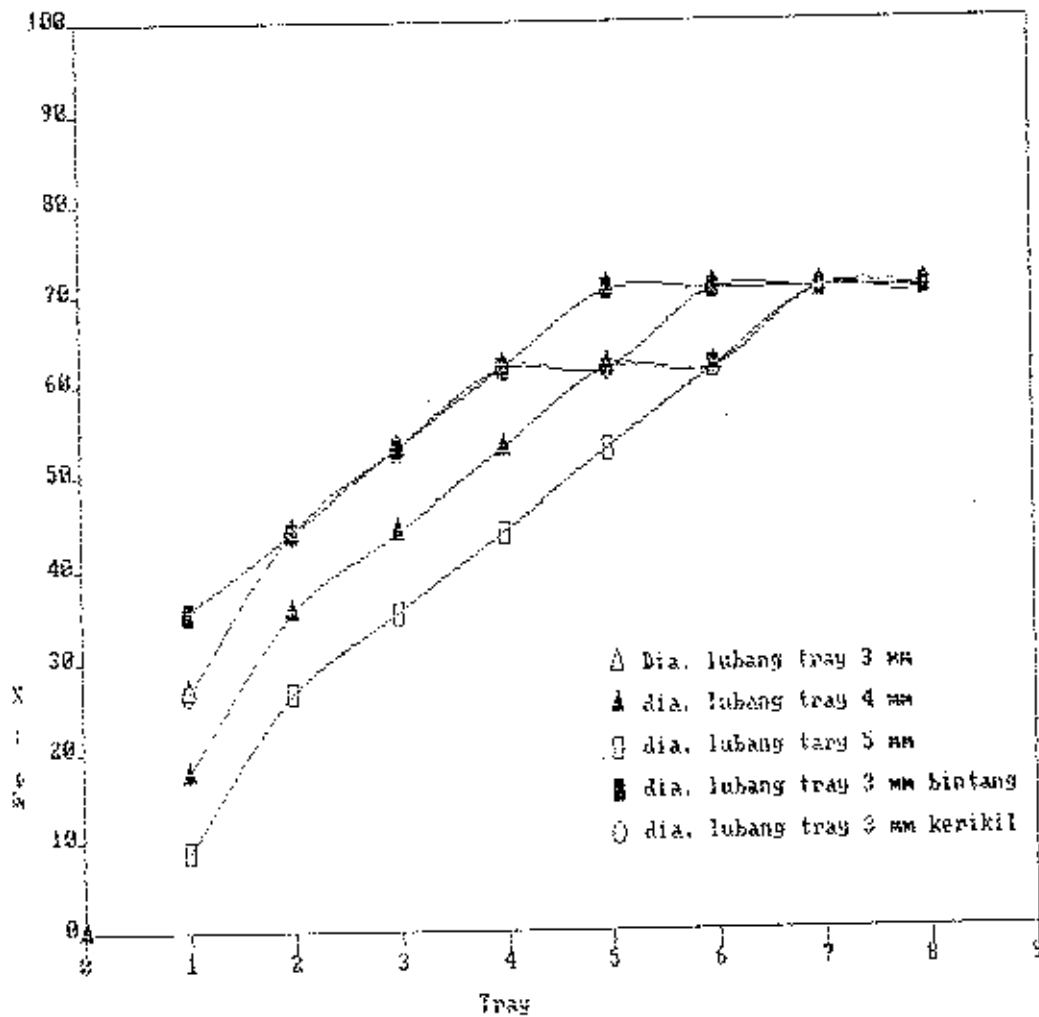
Grafik 5.33. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.356 mg/l
 pH : 7.8 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 90 menit



Grafik 5.34. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.356 mg/l
 $\text{pH} : 7.8$ suhu udara/air $30/27^\circ \text{C}$
 pengendapan 30 menit



Grafik 5.35. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.356 mg/l
 $\text{pH} : 7.8$ suhu udara/air $30/27 \text{ C}$
 pengendapan 60 menit



Grafik 5.36. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.356 mg/l
 $\text{pH} : 7.8$ suhu udara/air $30/27 \text{ C}$
 pengendapan 90 menit

4. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat yang diikuti dengan pengendapan selama 30', 60', 90', suhu udara: 28°C air: 25°C, debit air 0,2 l/dt, pH:7.5, kandungan Fe awal:0.608 mg/l, seperti ditampilkan pada grafik 5.37 sampai 5.42 berdasarkan tabel L.20 sampai L.24 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

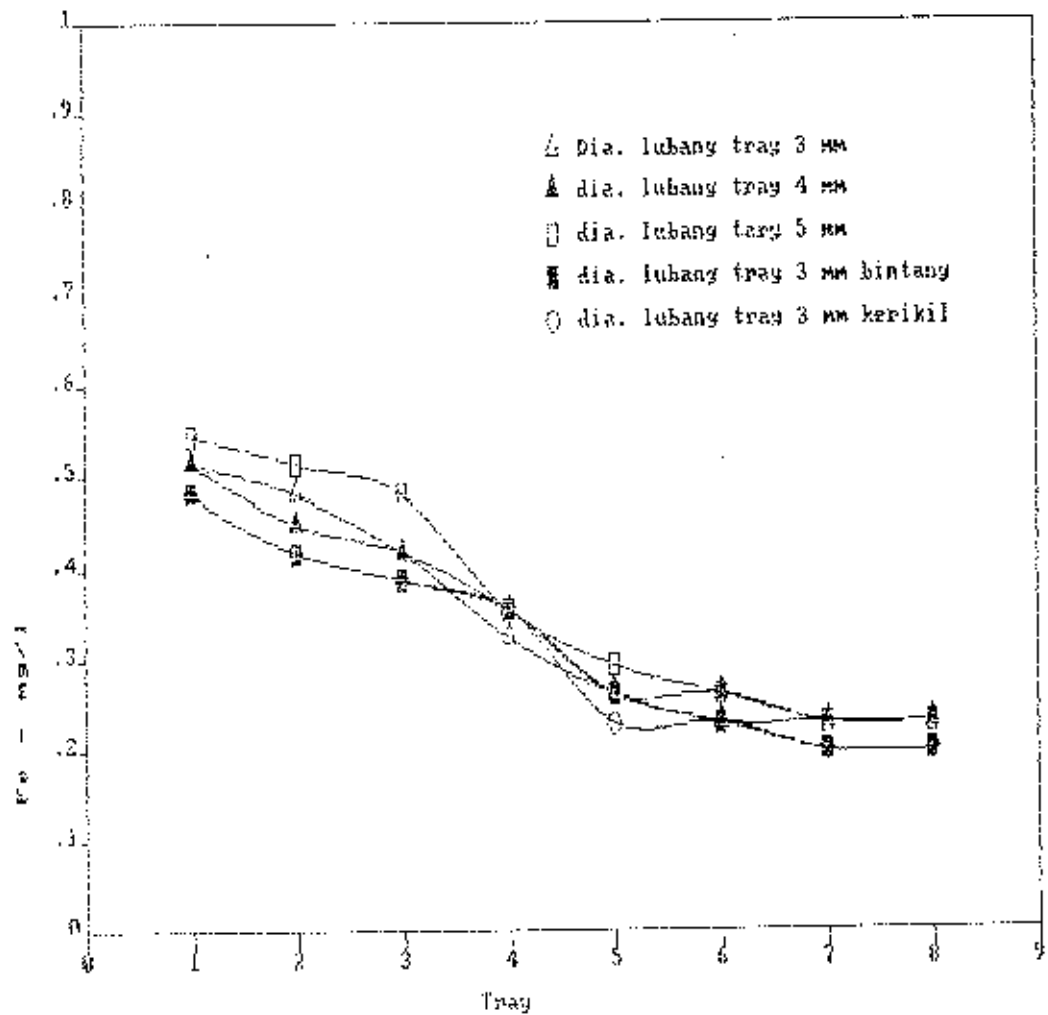
- Untuk grafik 5.37 sampai 5.39
- Grafik mengalami penurunan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray
- Dari grafik 5.37 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan dengan media kontak batu kerikil yaitu turun sampai 0.199 mg/l setelah melewati tray ke enam.

Dari grafik 5.38 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan dengan media batu kerikil yaitu turun sampai 0.167 mg/l setelah melewati tray ke enam.

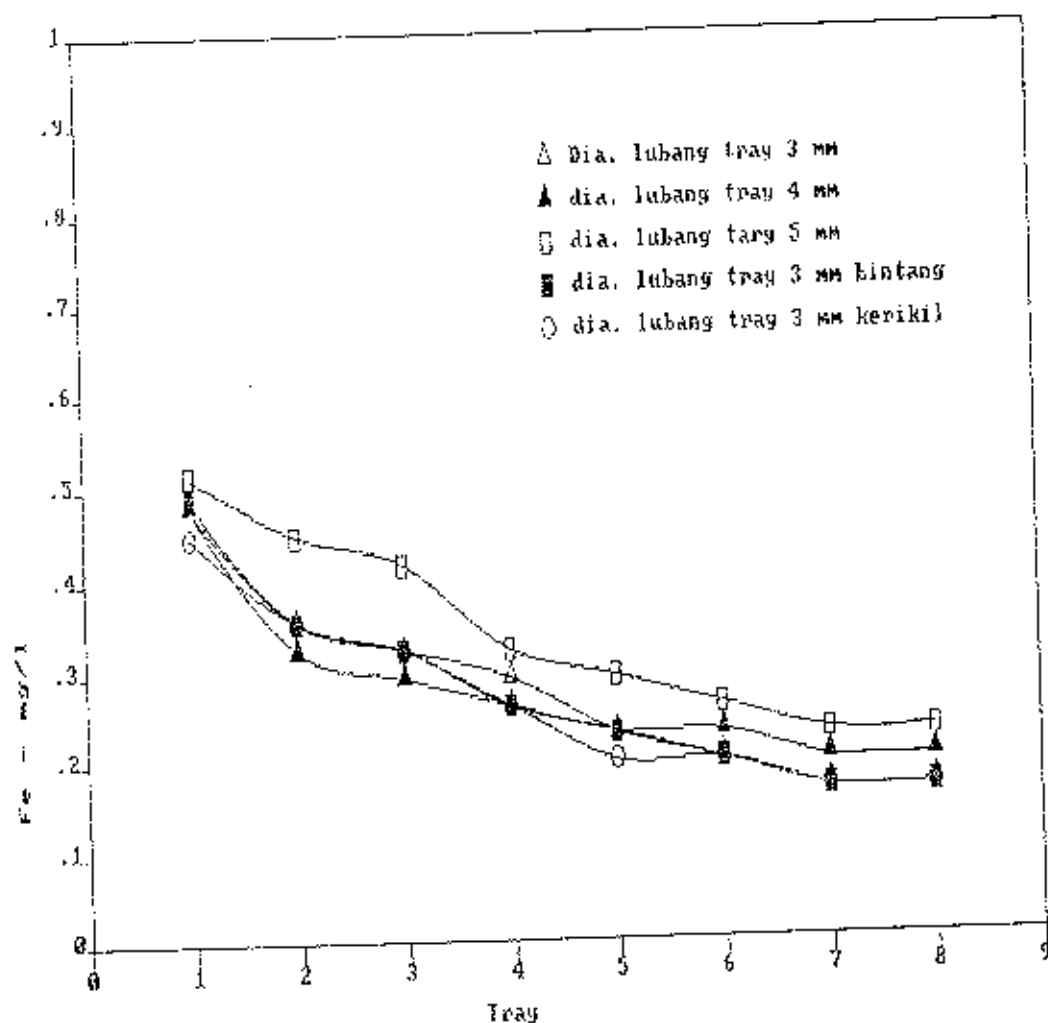
- Dari grafik 5.39 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun

sampai 0.135 mg/l setelah melewati tray ke lima.

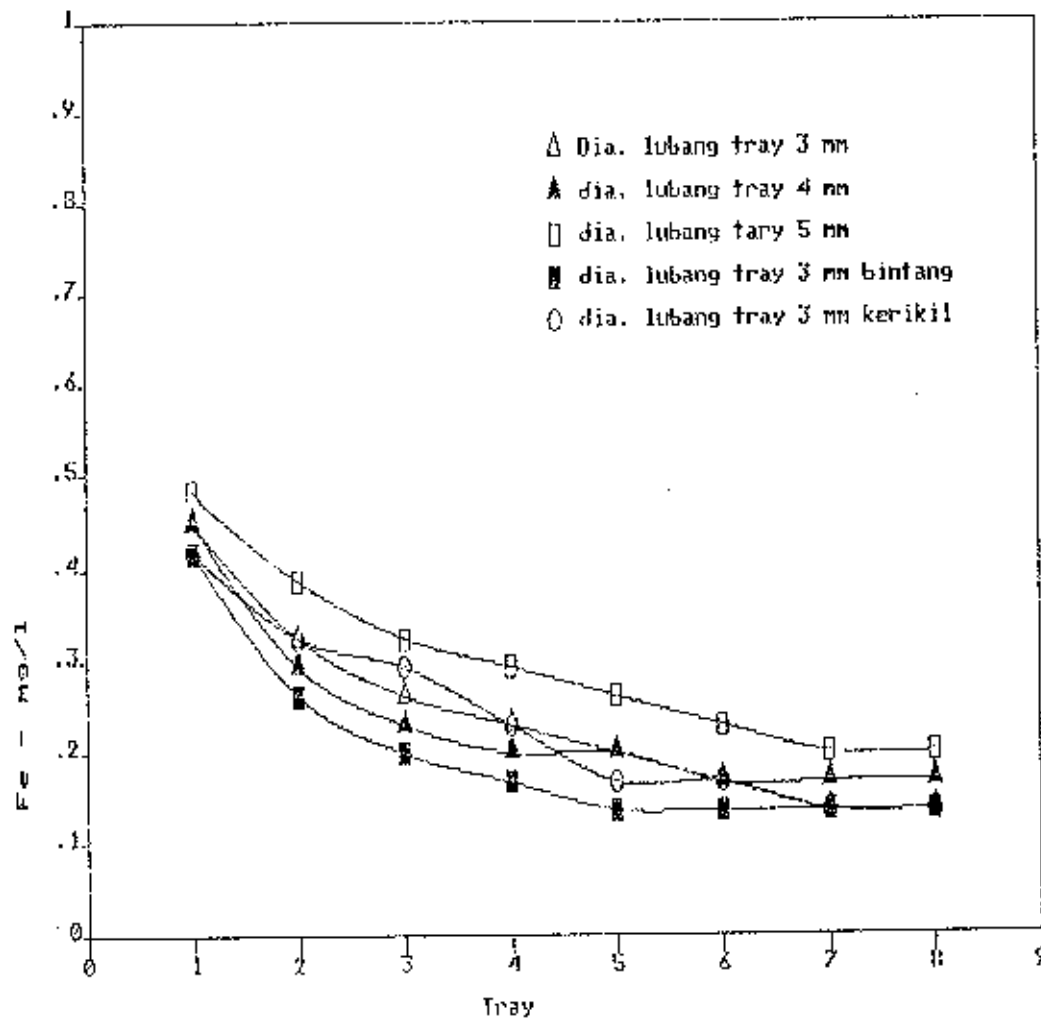
- Untuk grafik 5.40. sampai 5.42
- Grafik mengalami kenaikan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray.
- Dari grafik 5.40 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan dengan media batu kerikil yaitu mencapai 67.26 % setelah melewati tray ke tujuh.
- Dari grafik 5.41 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan media kontak batu kerikil yaitu mencapai 72.53 % setelah melewati tray ke tujuh.
- Dari grafik 5.42 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 77.63 % setelah melewati tray ke lima.
- Hal ini sesuai dengan teori, bahwa dengan adanya media kontak akan memperbaiki dan meratakan proses transfer gas sehingga proses oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} semakin bagus
- Dilihat dari waktu pengendapan, 90 menit merupakan waktu yang paling baik untuk menurunkan kandungan Fe bisa mencapai 77.63 %.



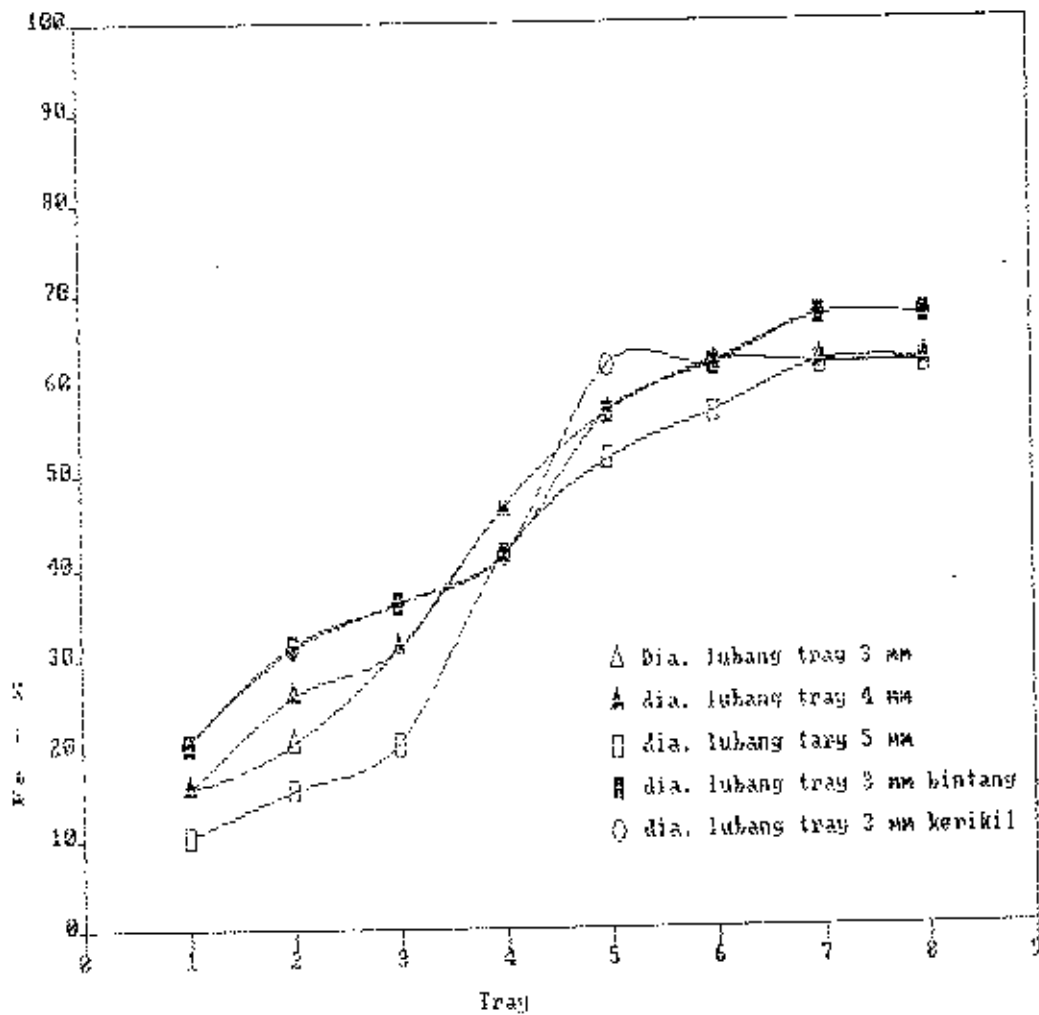
Grafik 5.37. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.808 mg/l
 pH : 7.5 suhu udara/air 28/25 C
 pengendapan 30 menit



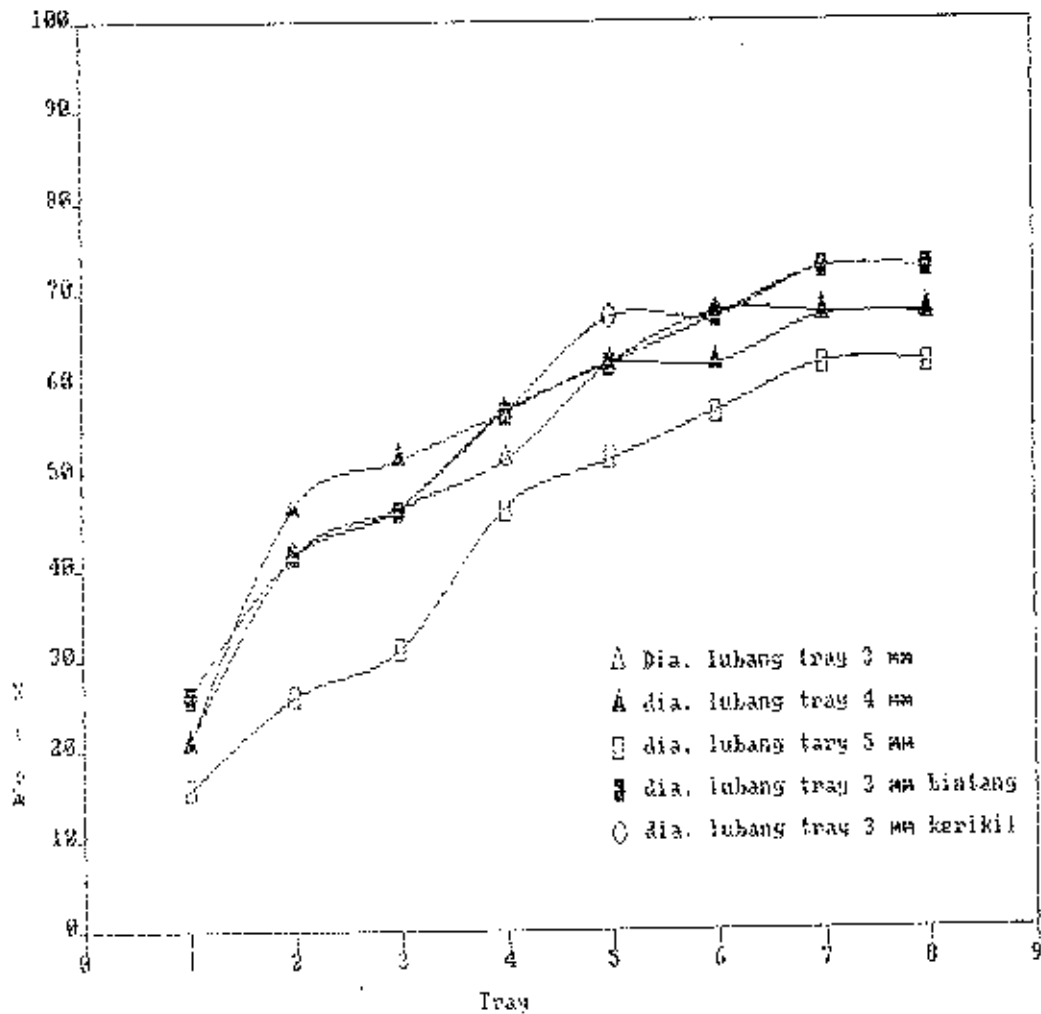
Grafik 5.38. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.608 mg/l
 pH : 7.5 suhu udara/air 28/25 C
 pengendapan 60 menit



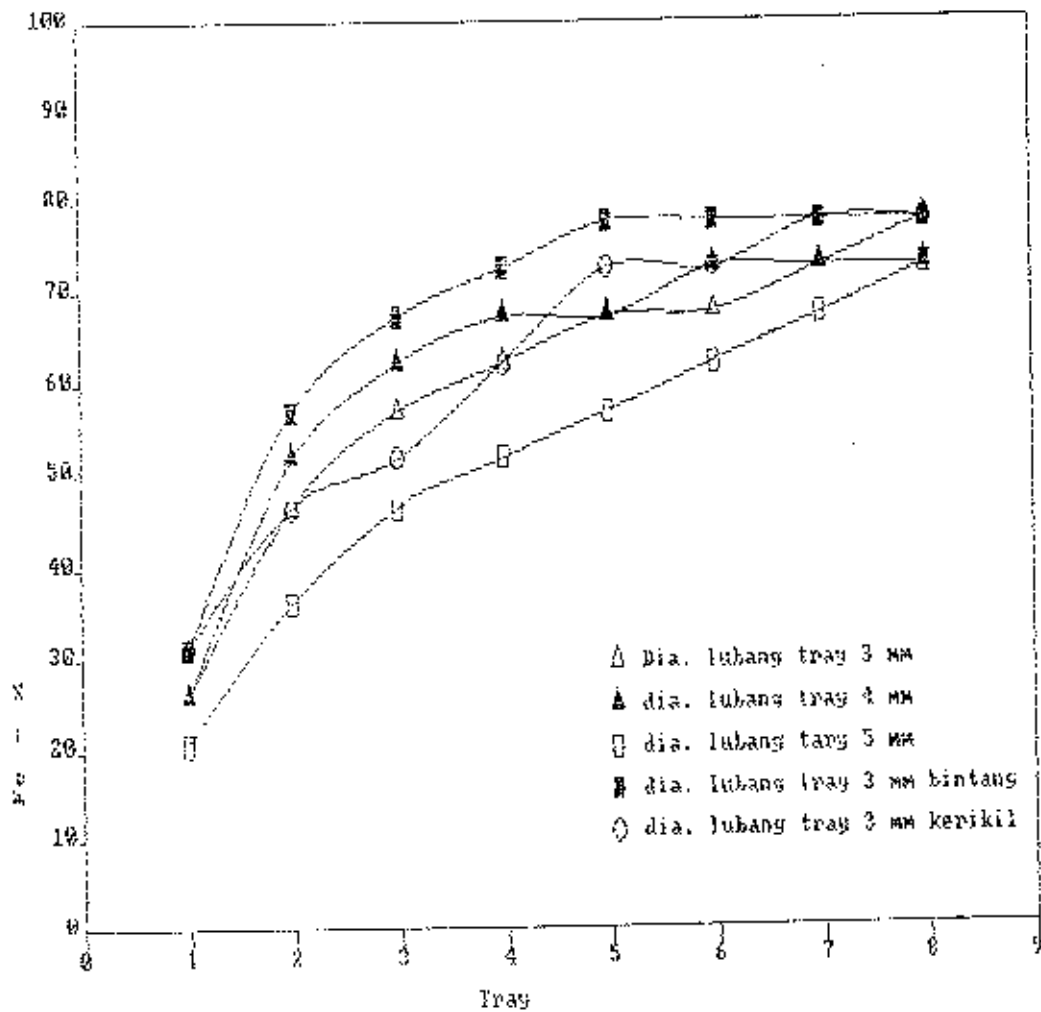
Grafik 5.39. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.608 mg/l
pH : 7.5 suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
pengendapan 90 menit



Grafik 5.40. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.608 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $28/25 \text{ C}$
 pengendapan 30 menit



Grafik 5.41. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.608 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $28/25 \text{ C}$
 pengendapan 60 menit

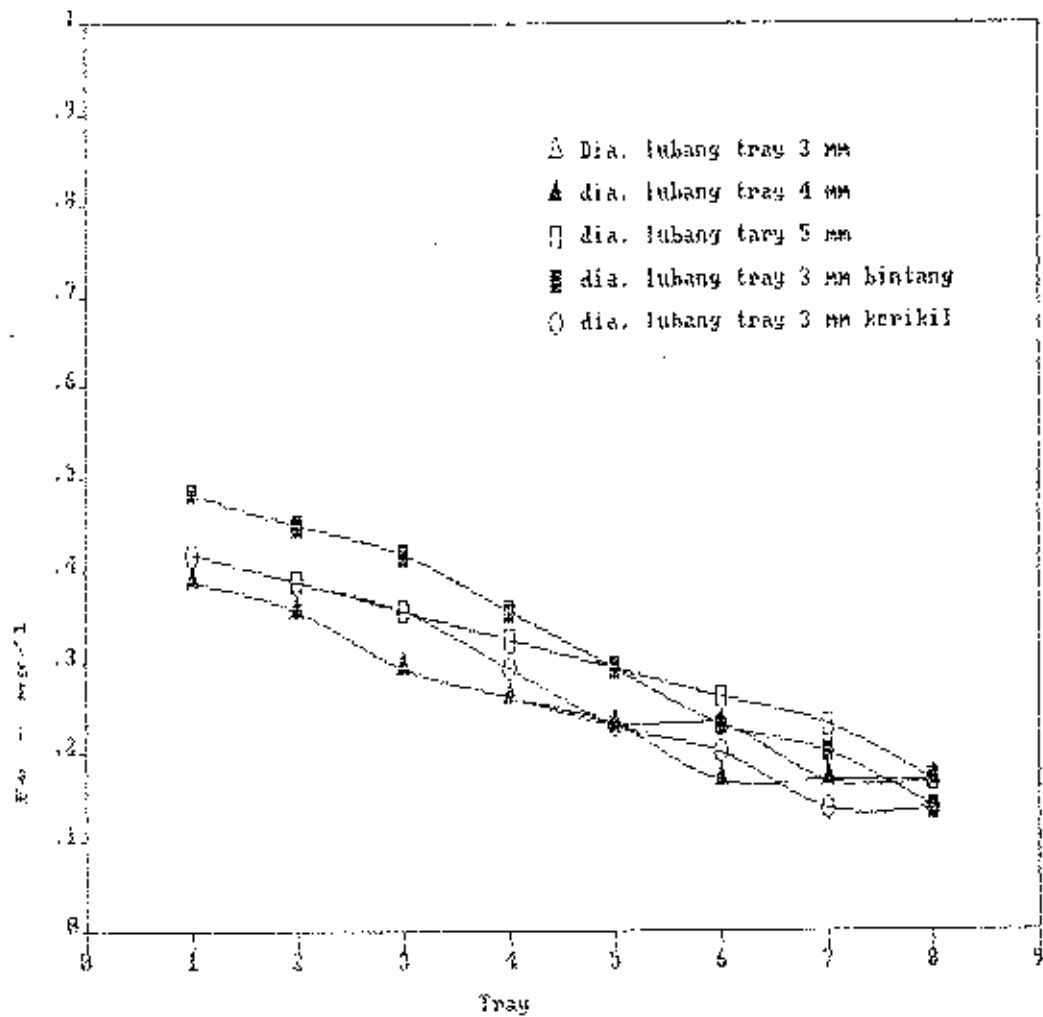


Grafik S.42. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.608 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $28/25 \text{ C}$
 pengendapan 90 menit

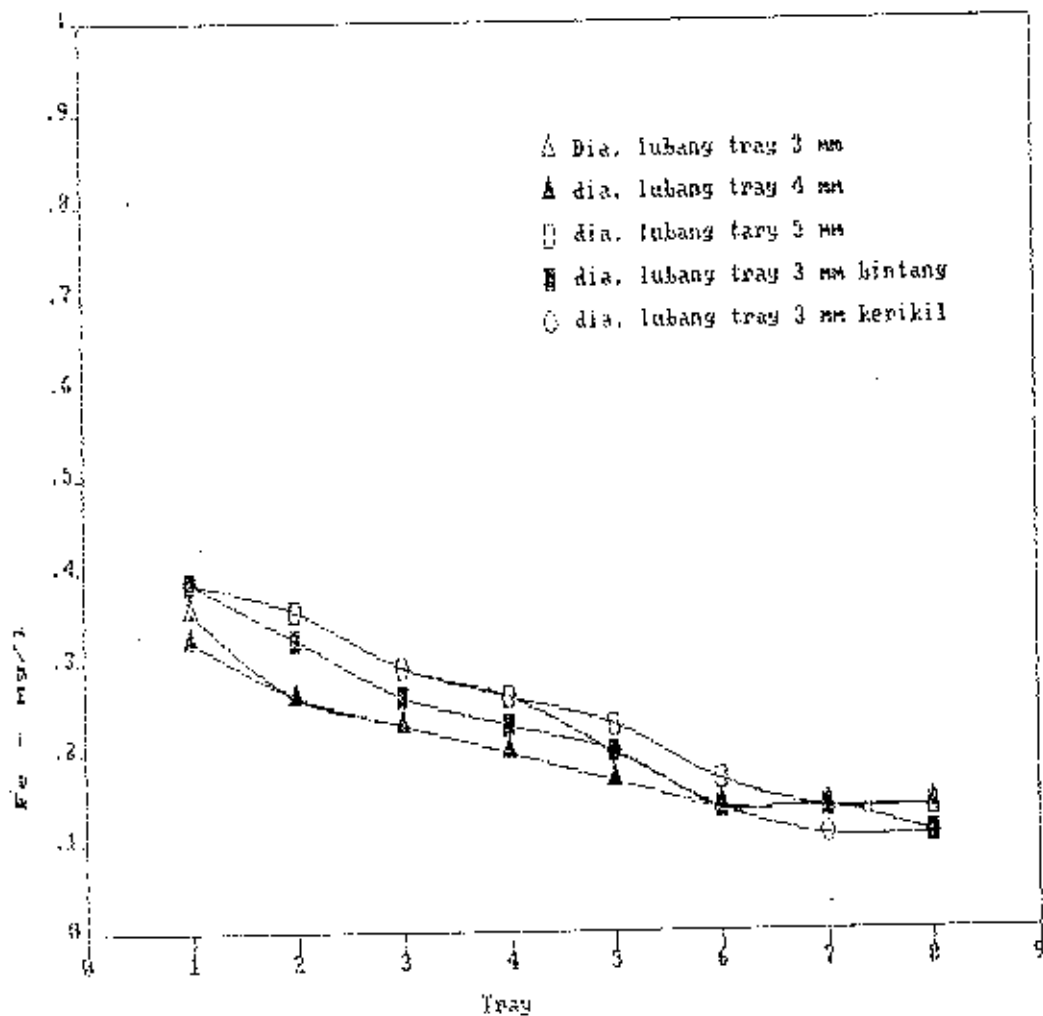
5. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat yang diikuti dengan pengendapan selama 30', 60', 90', suhu udara: 28°C air: 25°C, debit air 0.2 l/dt, pH:7.6, kandungan Fe awal:0.482 mg/l, seperti ditampilkan pada grafik 5.43 sampai 5.48 berdasarkan tabel L.25 sampai L.29 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Untuk grafik 5.43 sampai 5.45
- Grafik mengalami penurunan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray
- Dari grafik 5.43 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu kerikil yaitu turun sampai 0.136 mg/l setelah melewati tray ke tujuh.
- Dari grafik 5.44 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu kerikil yaitu turun sampai 0.105 mg/l setelah melewati tray ke tujuh.
- Dari grafik 5.45 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu kerikil yaitu turun sampai 0.105 mg/l setelah melewati tray ke enam.

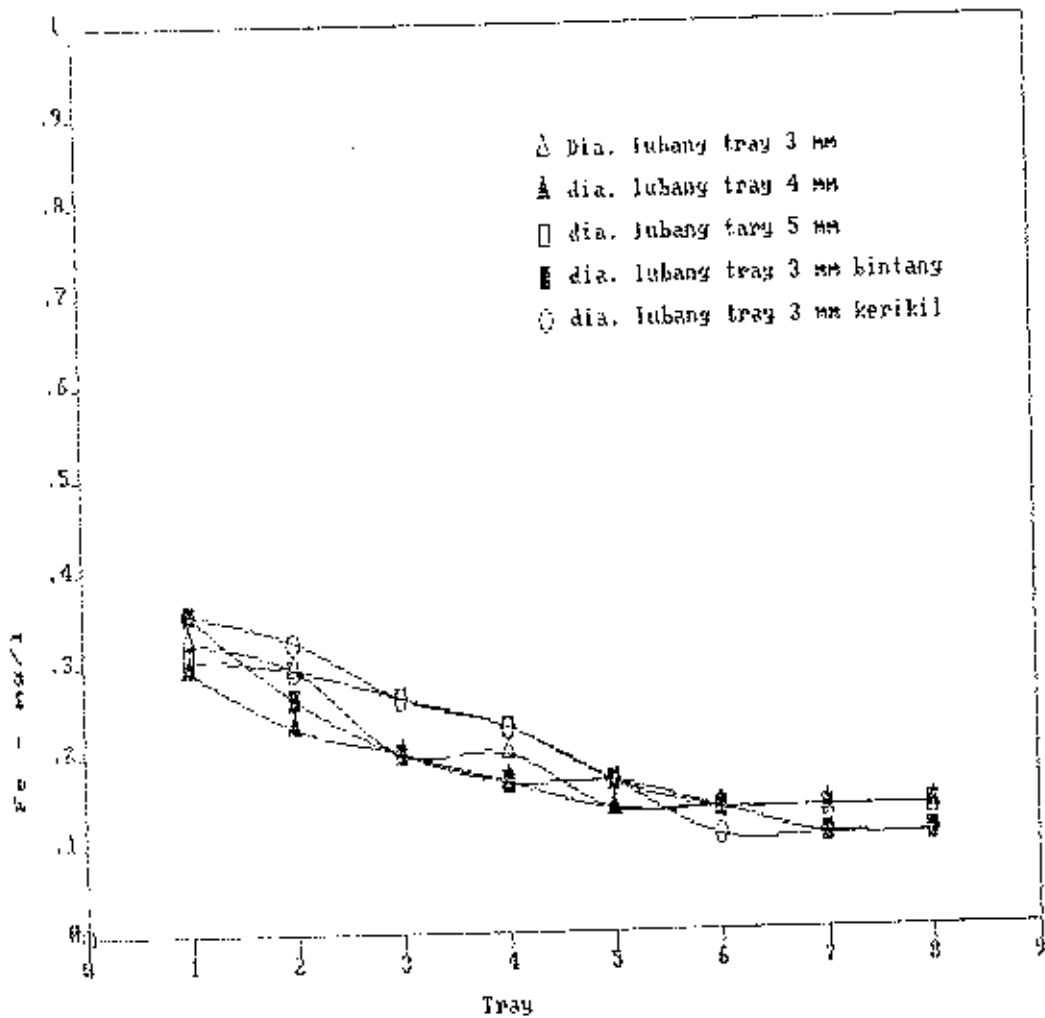
- Untuk grafik 5.46 sampai 5.48
- Grafik mengalami kenaikan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray.
- Dari grafik 5.46 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu kerikil, yaitu mencapai 71.78 % setelah melewati tray ke enam.
- Dari grafik 5.47 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu kerikil, yaitu mencapai 78.21 % setelah melewati tray ke tujuh.
- Dari grafik 5.48 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 78.21 % setelah melewati tray ke enam.
- Hal ini sesuai dengan teori, bahwa dengan adanya media kontak akan memperbaiki dan meratakan proses transfer gas sehingga proses oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} semakin bagus
- Dilihat dari waktu pengendapan, 90 menit merupakan waktu yang paling baik untuk menurunkan kandungan Fe bisa mencapai 78.21 %.



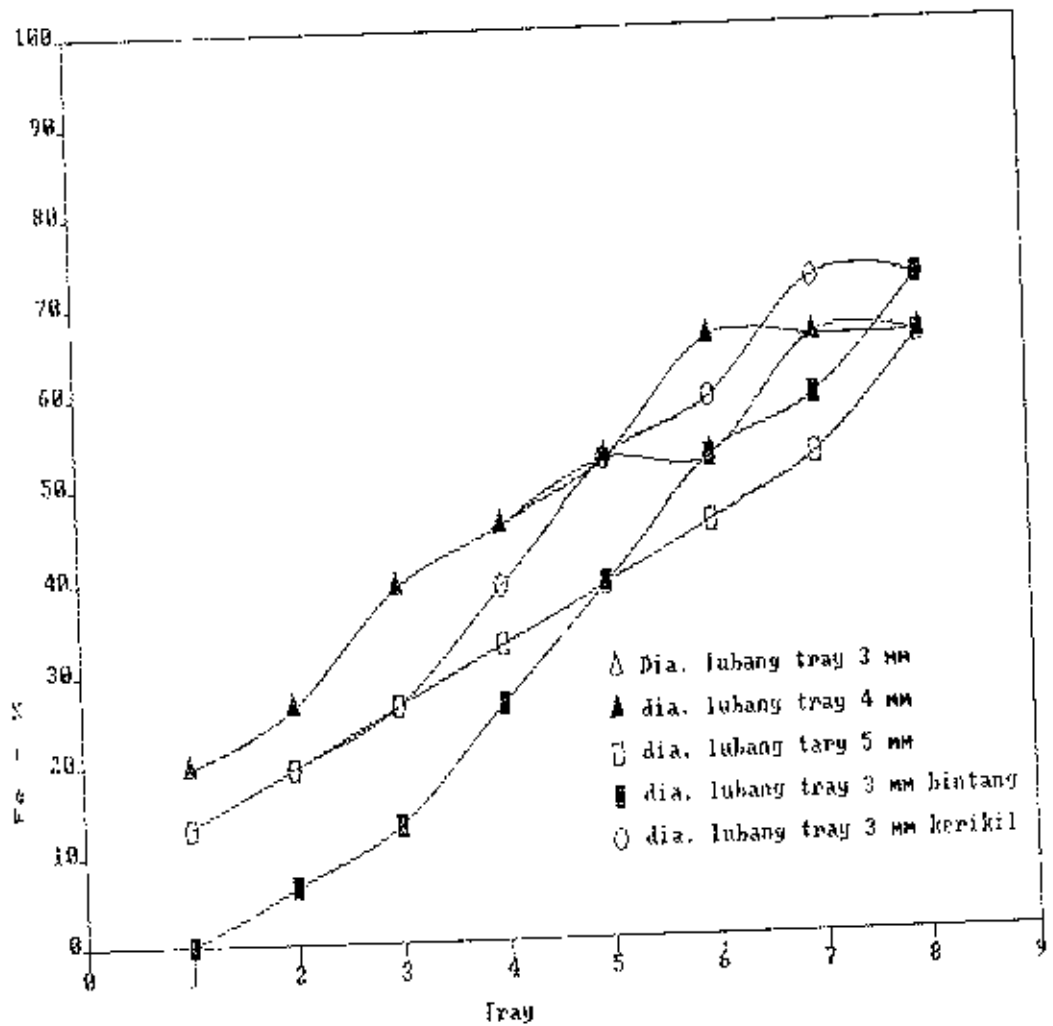
Grafik 5.43. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.482 mg/l
 pH : 7.6 suhu udara/air 28/25 C
 pengendapan 30 menit



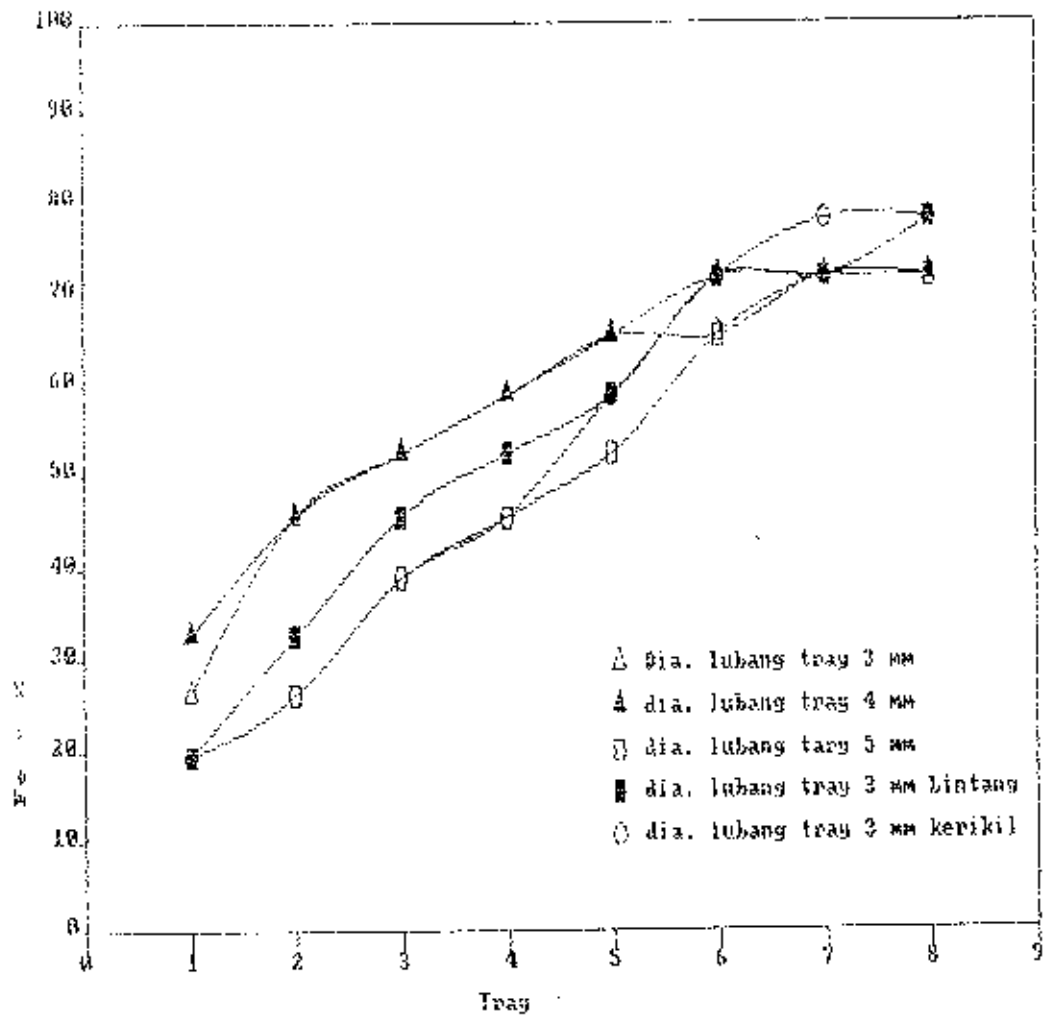
Grafik 5.44. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.482 mg/l
 pH : 7.6 suhu udara/air 28/25 C
 pengendapan 60 menit



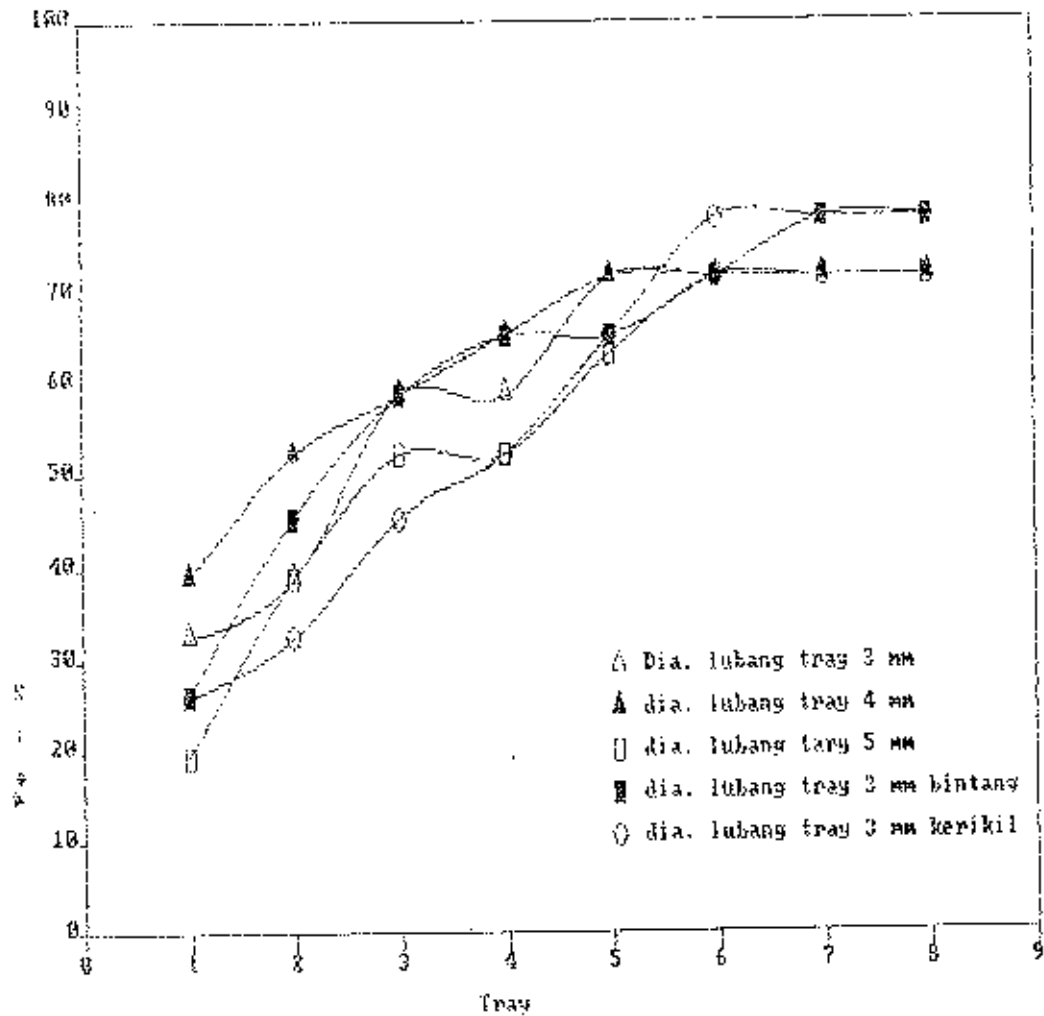
Grafik 5.45. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.482 mg/l
 pH : 7.6 suhu udara/air 28/25 C
 pengendapan 90 menit



Grafik 5.46. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.482 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $20/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 30 menit



Grafik 5.47. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.482 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $28/25 \text{ C}$
 pengendapan 60 menit

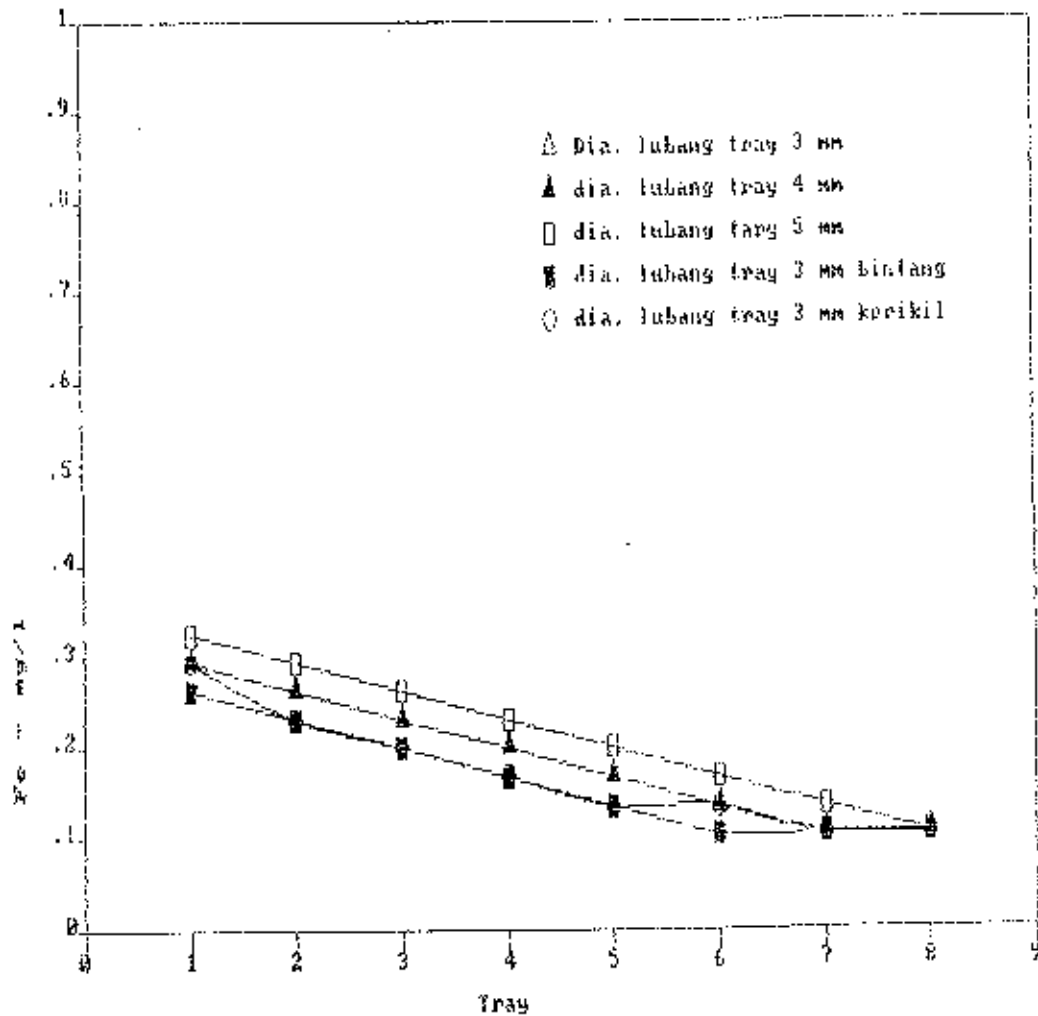


Grafik 3.48. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.482 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $28/25 \text{ C}$
 pengendapan 90 menit

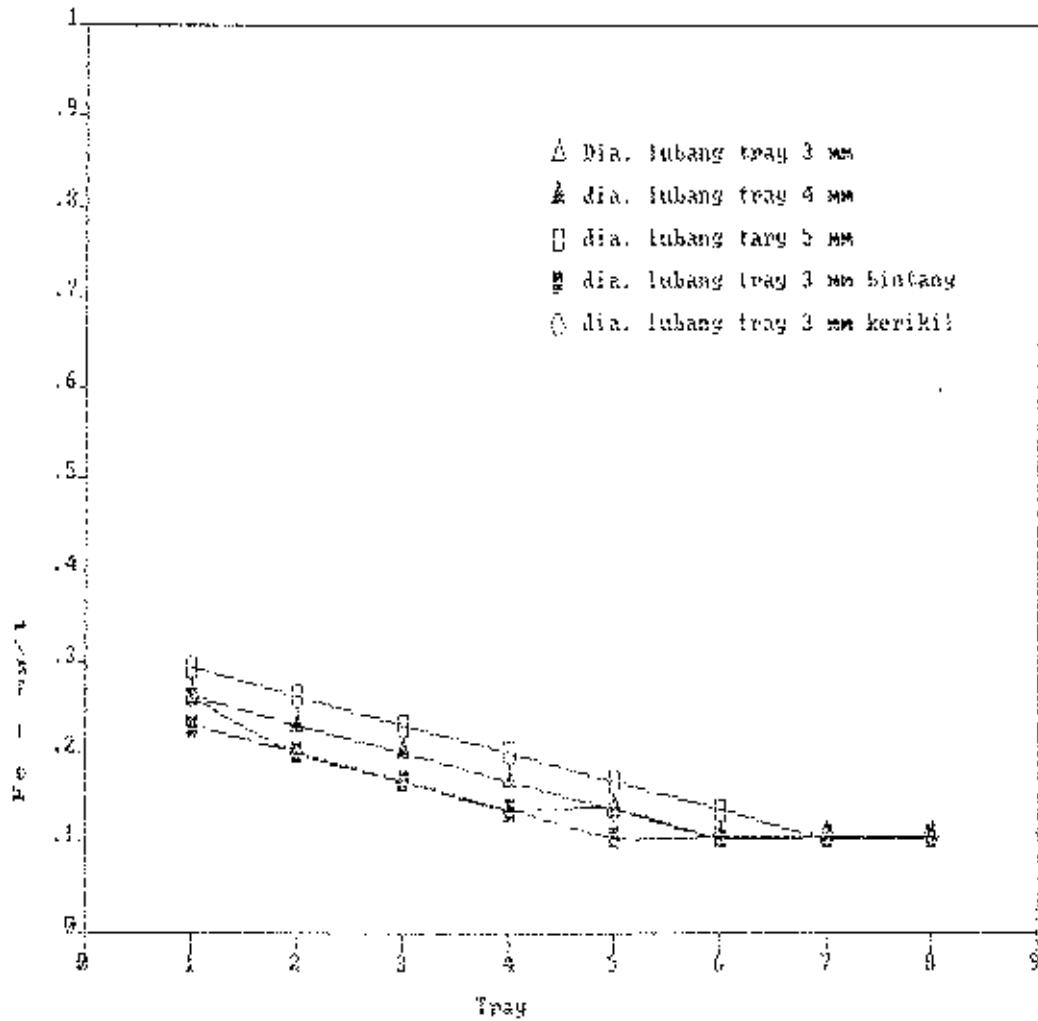
6. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat yang diikuti dengan pengendapan selama 30', 60', 90', suhu udara: 28°C air: 25°C, debit air 0,2 l/dt, pH:7.8, kandungan Fe awal:0.356 mg/l, seperti ditampilkan pada grafik 5.49 sampai 5.54 berdasarkan tabel L.30 sampai L.34 didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- Untuk grafik 5.49 sampai 5.51
- Grafik mengalami penurunan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray
- Dari grafik 5.49 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun sampai 0.105 mg/l setelah melewati tray ke enam.
- Dari grafik 5.50 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun sampai 0.105 mg/l setelah melewati tray ke lima.
- Dari grafik 5.51 terlihat, bahwa penurunan kandungan Fe terbesar adalah terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang yaitu turun sampai 0.105 mg/l setelah melewati tray ke empat.

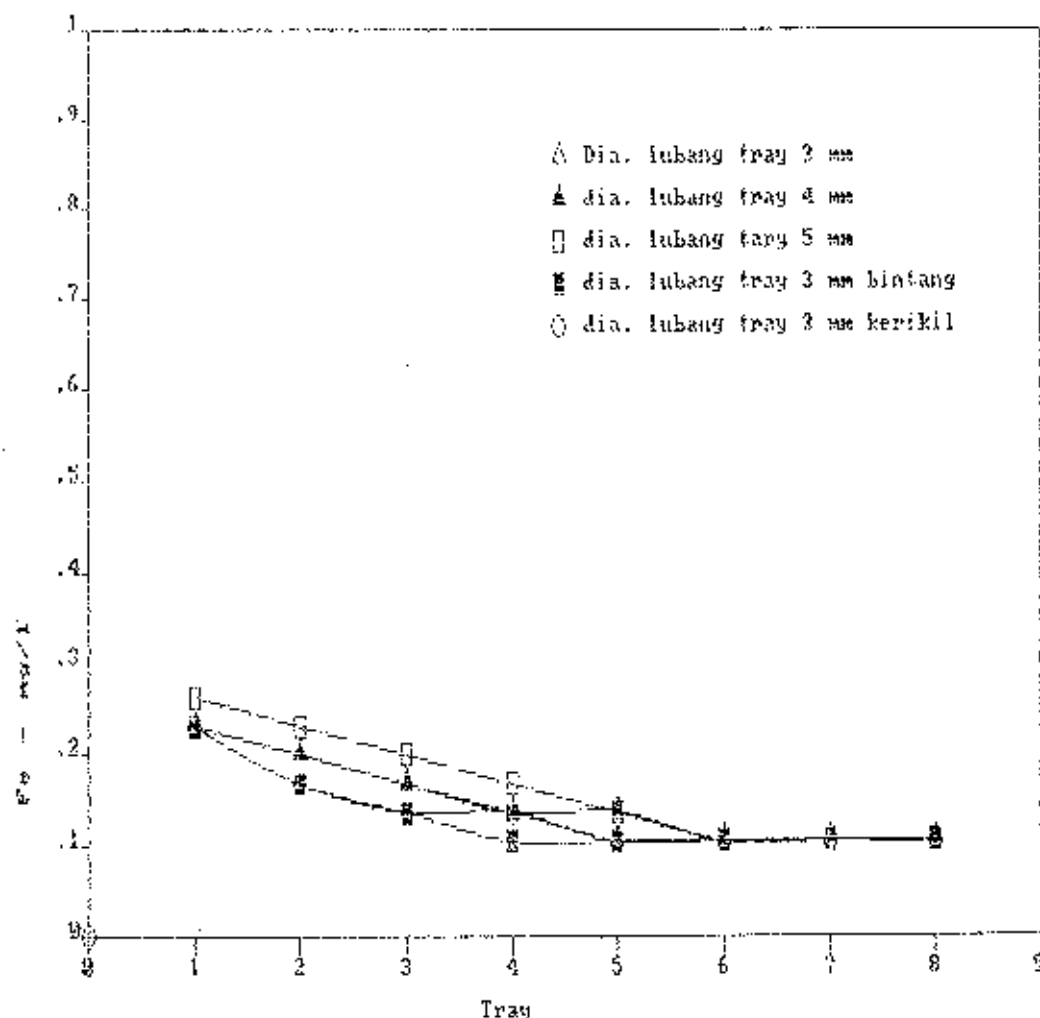
- Untuk grafik 5.52 sampai 5.54
- Grafik mengalami kenaikan untuk berbagai ukuran diameter lubang tray dengan bertambahnya jumlah tingkat tray.
- Dari grafik 5.52 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 70.50 % setelah melewati tray ke enam.
- Dari grafik 5.53 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 70.50 % setelah melewati tray ke lima.
- Dari grafik 5.54 terlihat, bahwa % penurunan Fe terbesar terjadi pada tray dengan diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang, yaitu mencapai 70.50 % setelah melewati tray ke lima.
- Hal ini sesuai dengan teori, bahwa dengan adanya media kontak akan memperbaiki dan meratakan proses transfer gas sehingga proses oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} semakin bagus
- Dilihat dari waktu pengendapan, 90 menit merupakan waktu yang paling baik untuk menurunkan kandungan Fe bisa mencapai 70.50 %.



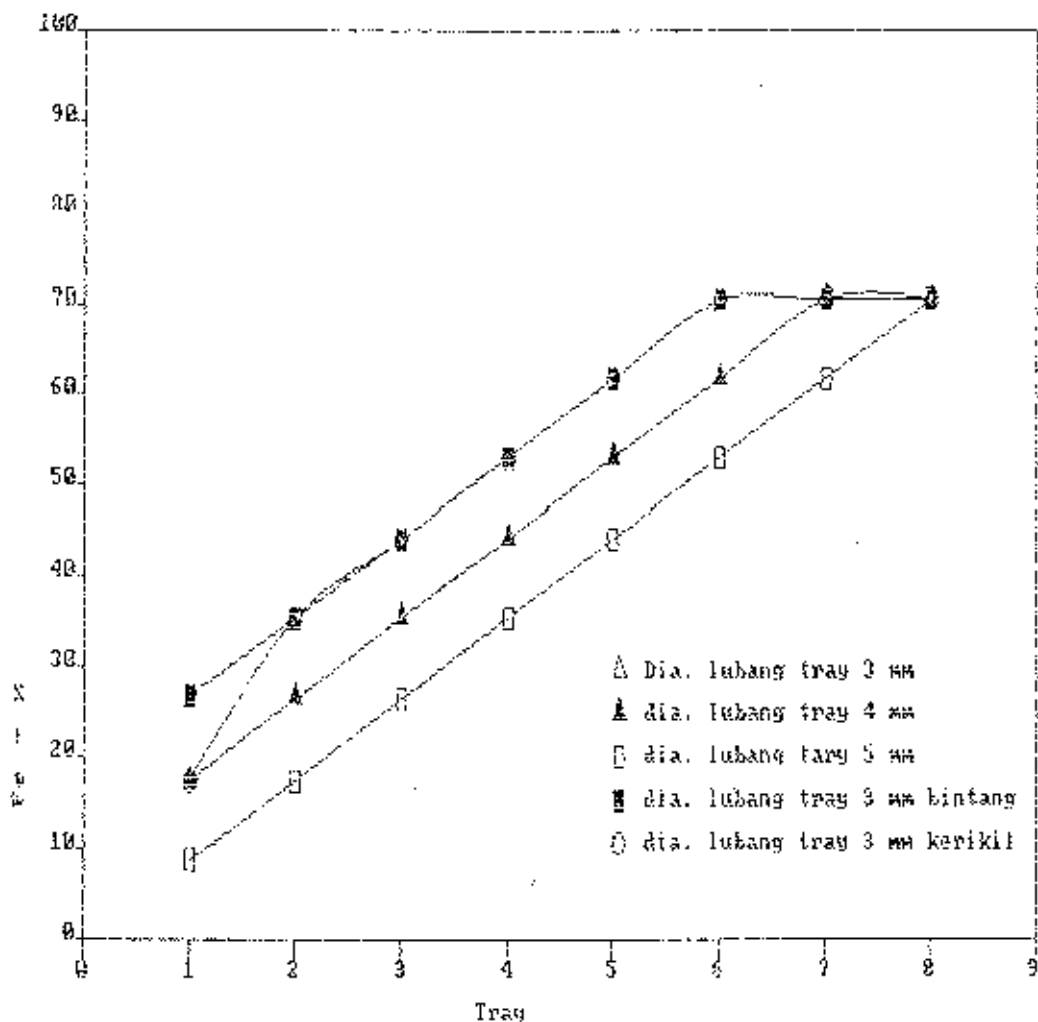
Grafik 5.49. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.356 mg/l
pH : 7.8 suhu udara/air 28/25 C
pengendapan 30 menit



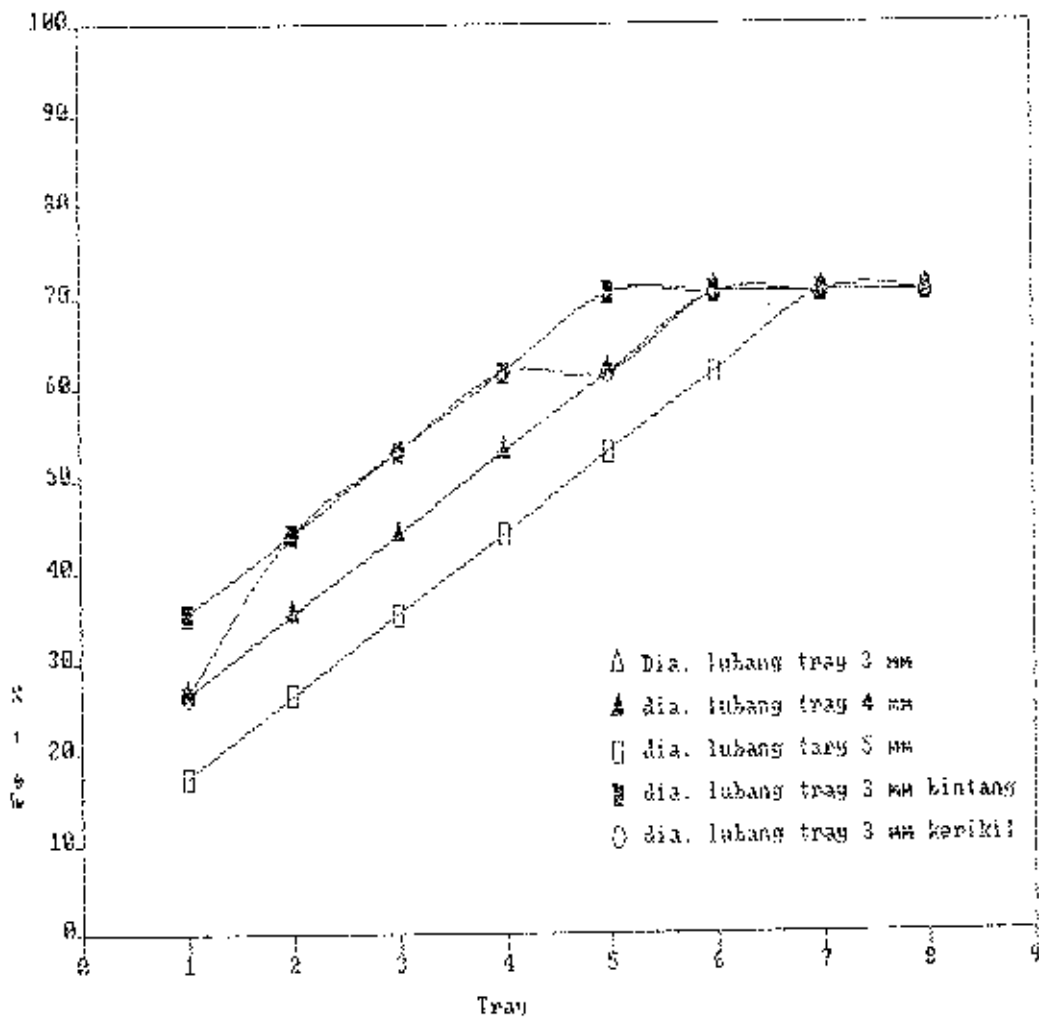
Grafik 5.50. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.356 mg/l
pH : 7.8 suhu udara/air 20/25 C
pengendapan 60 menit



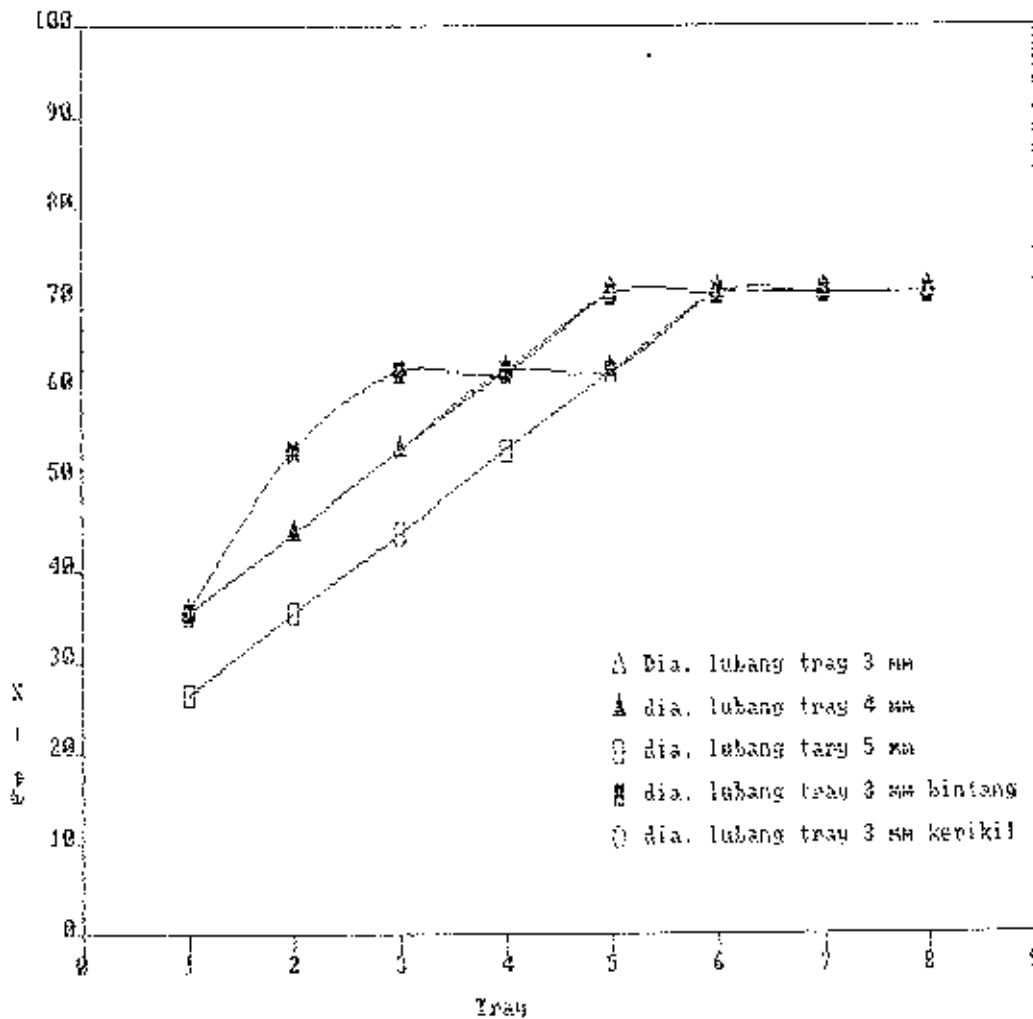
Grafik S. 51. : Hubungan antara tray dengan penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.356 mg/l
 pH : 7.8 suhu udara/air 28/25 C
 pengendapan 90 menit



Grafik 5.52. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.356 mg/l
 $\text{pH} : 7.8$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 30 menit



Grafik 5.53. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Fe awal 0.356 mg/l
 $\text{pH} : 7.8$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 60 menit



Grafik S.54. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Fe
 dimana Q : 0.2 l/dt, Fe awal 0.356 mg/l
 pH : 7.8 suhu udara/air 28/25 C
 pengendapan 90 menit

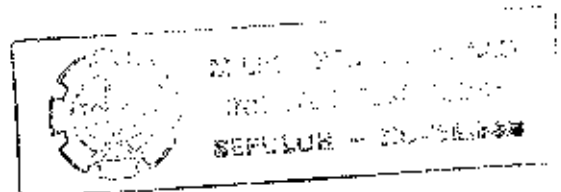
S.4. Analisa data penurunan Mn

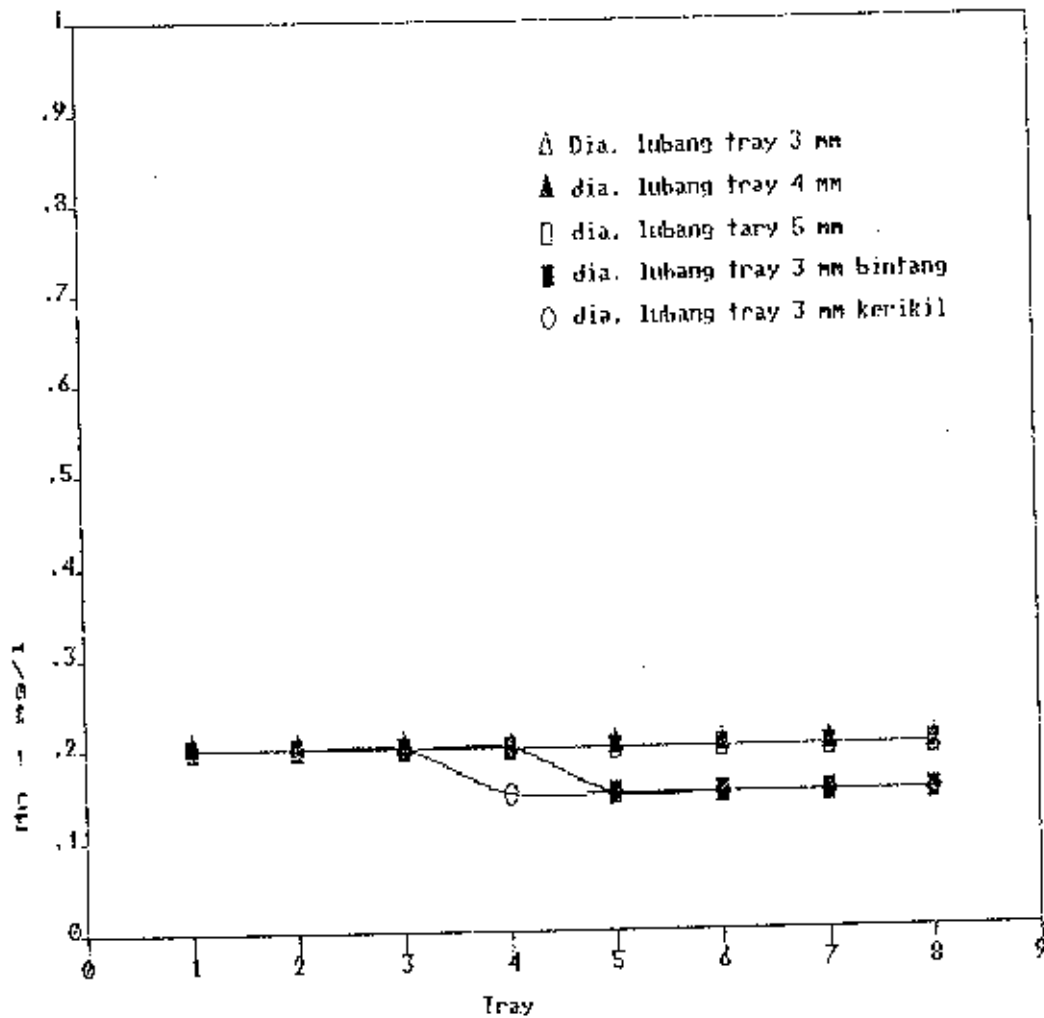
1. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 30°C air: 27°C , Mn awal : 0.2 mg/l pH : 7.5, debit air : 0,2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.55 sampai 5.60 yang berdasarkan tabel L.5 sampai L.9 didapatkan hal-hal sebagai berikut

- Untuk grafik 5.55 sampai 5.57
- Grafik tidak mengalami penurunan untuk diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm sedang diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l .
- Dari grafik 5.55, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray tingkat ke lima dan dengan media kontak batu kerikil setelah melewati tray tingkat ke empat.
- Dari grafik 5.56, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke empat.
- Dari grafik 5.57, terlihat bahwa diameter lubang tray tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan

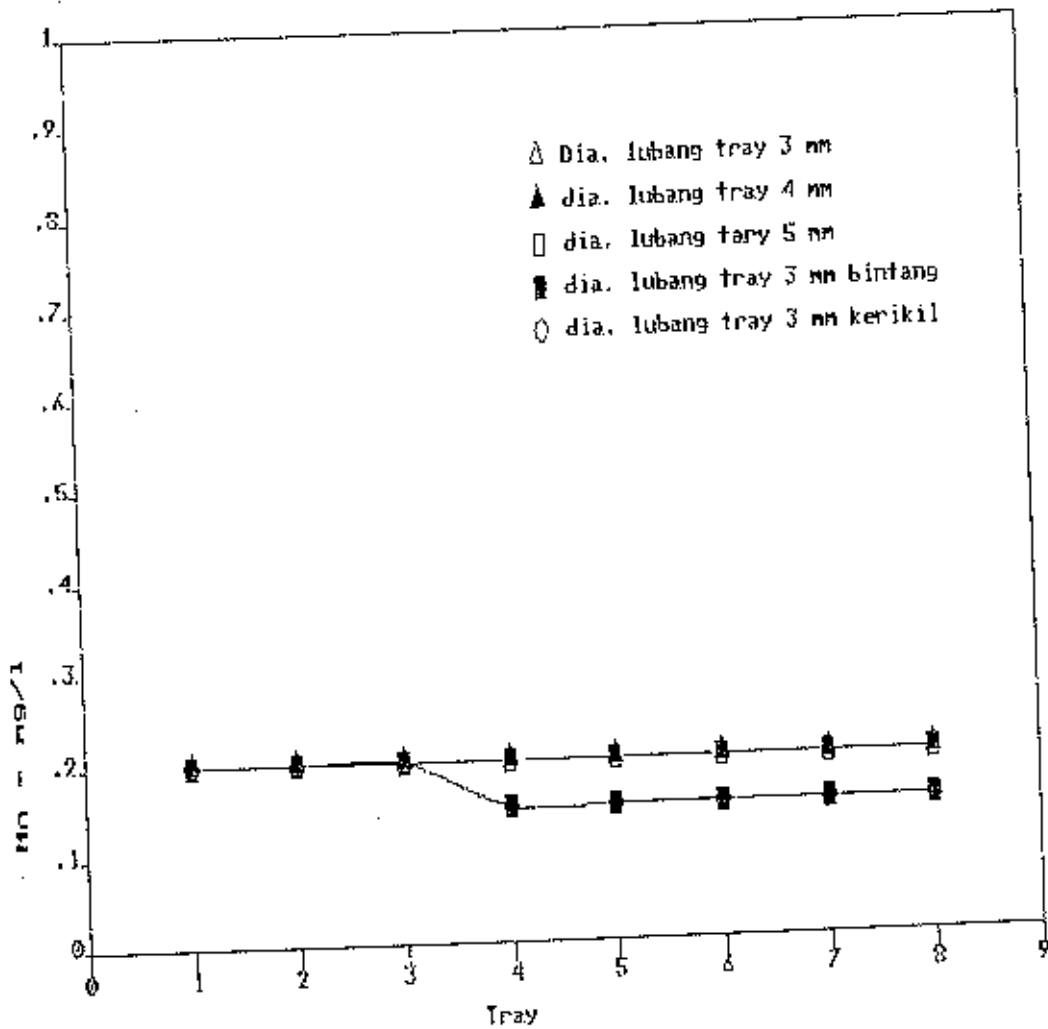
batu kerikil turun turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke tiga.

- Untuk grafik 5.58 sampai 5.60
- Grafik tidak mengalami kenaikan sama sekali untuk diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm, kecuali diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan media kontak batu kerikil.
- Untuk grafik 5.58, terlihat bahwa diameter lubang tray 3mm dengan media kontak batu bintang naik sampai 25 % setelah melewati tray tingkat ke lima dan media kontak batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray tingkat ke empat.
- Untuk grafik 5.59, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke empat.
- Untuk grafik 5.60, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke tiga.
- Penurunan Mn hanya terjadi pada tray yang menggunakan media kontak, hal ini terjadi karena media kontak berfungsi sebagai aksi katalisator, sehingga terbentuk MnO_2 pada permukaan media yang berperan sebagai auto katalisator pada proses oksidasi mangan dengan oksigen.

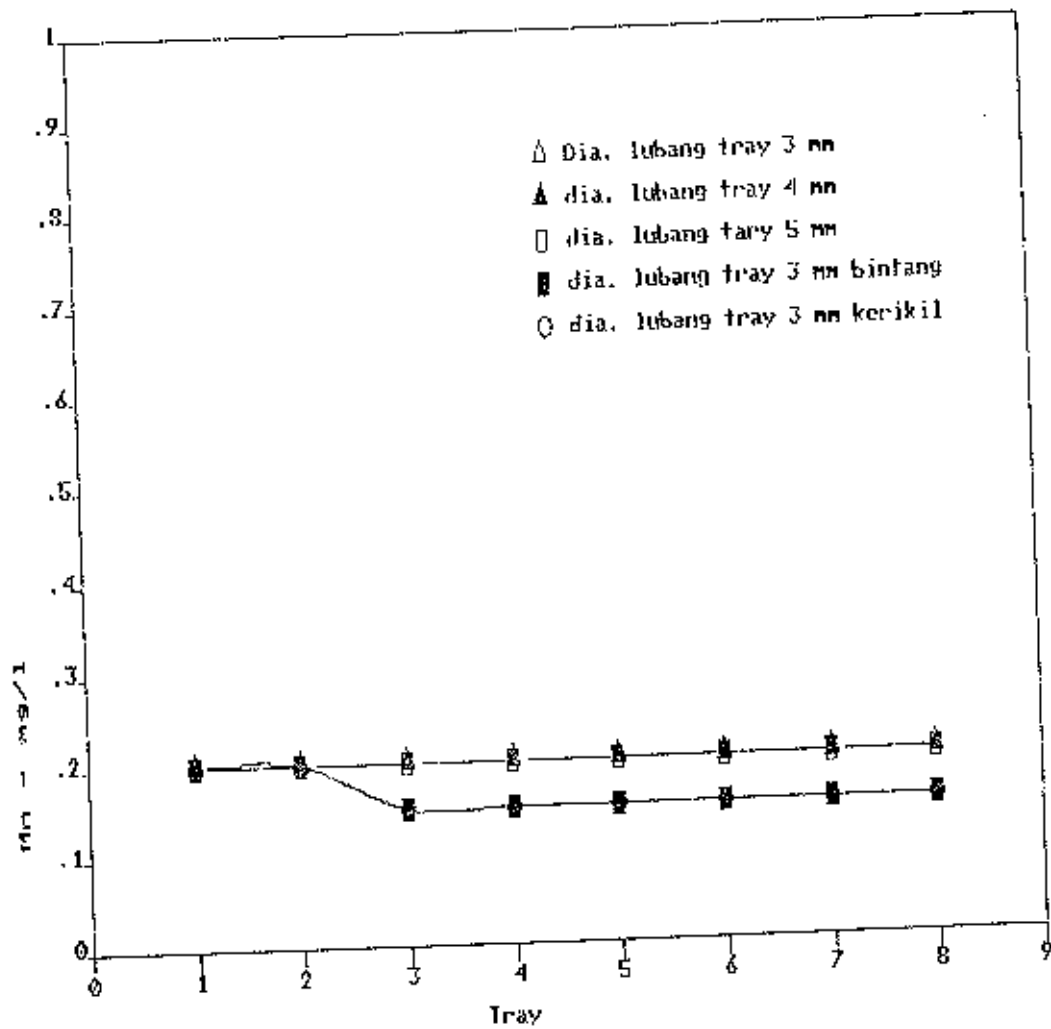




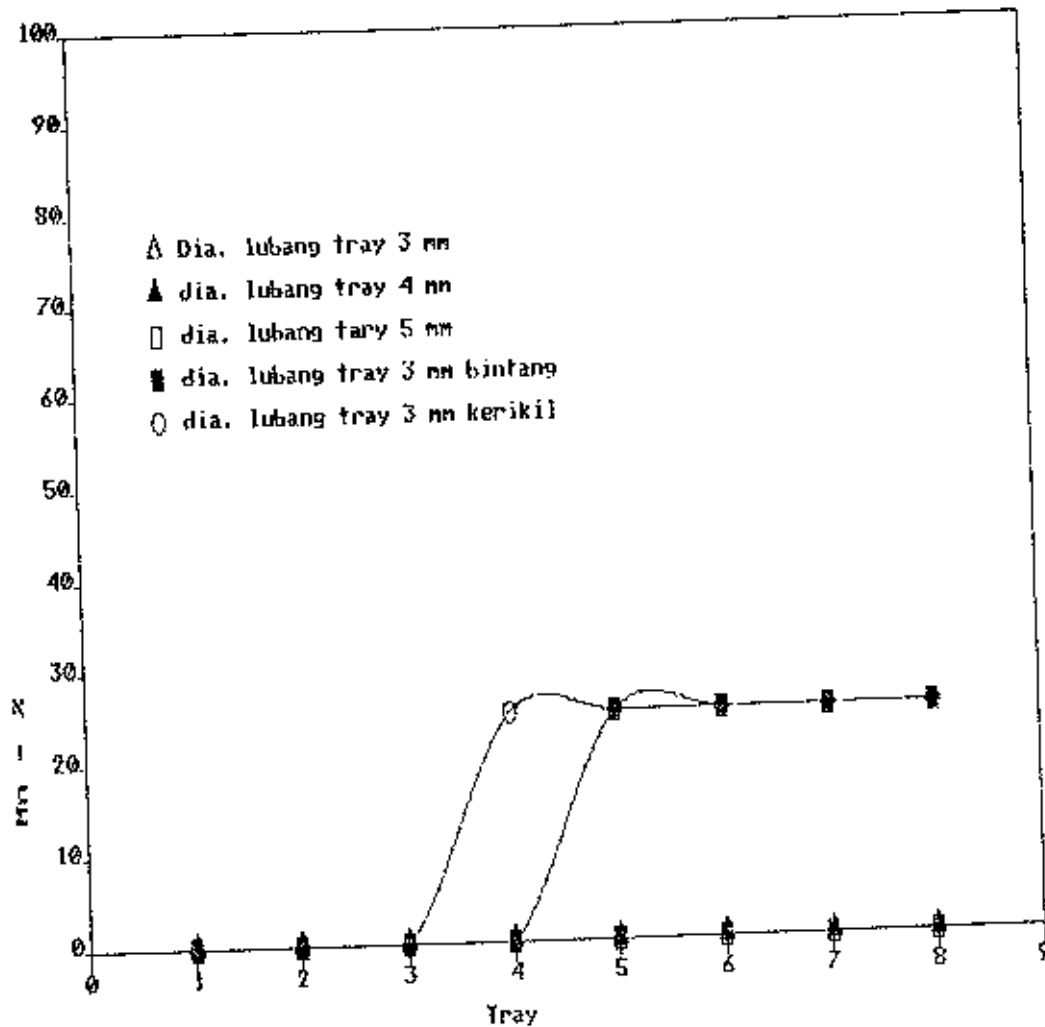
Grafik 5.55. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal : 0.200 mg/l
pH : 7.5 suhu udara/air 30/27 C
pengendapan 30 menit



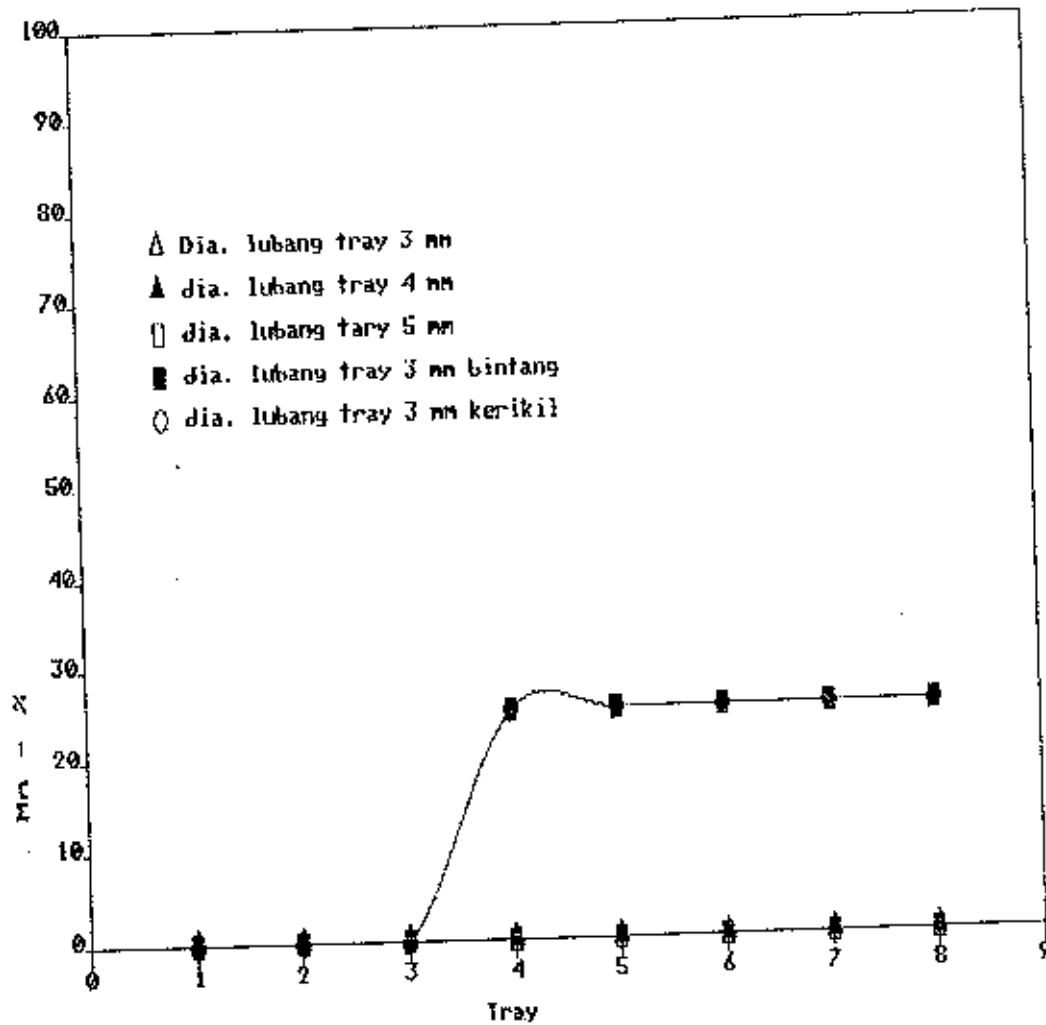
Grafik 5.56. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal : 0.200 mg/l
pH : 7.5 suhu udara/air 30/27 C
pengendapan 60 menit



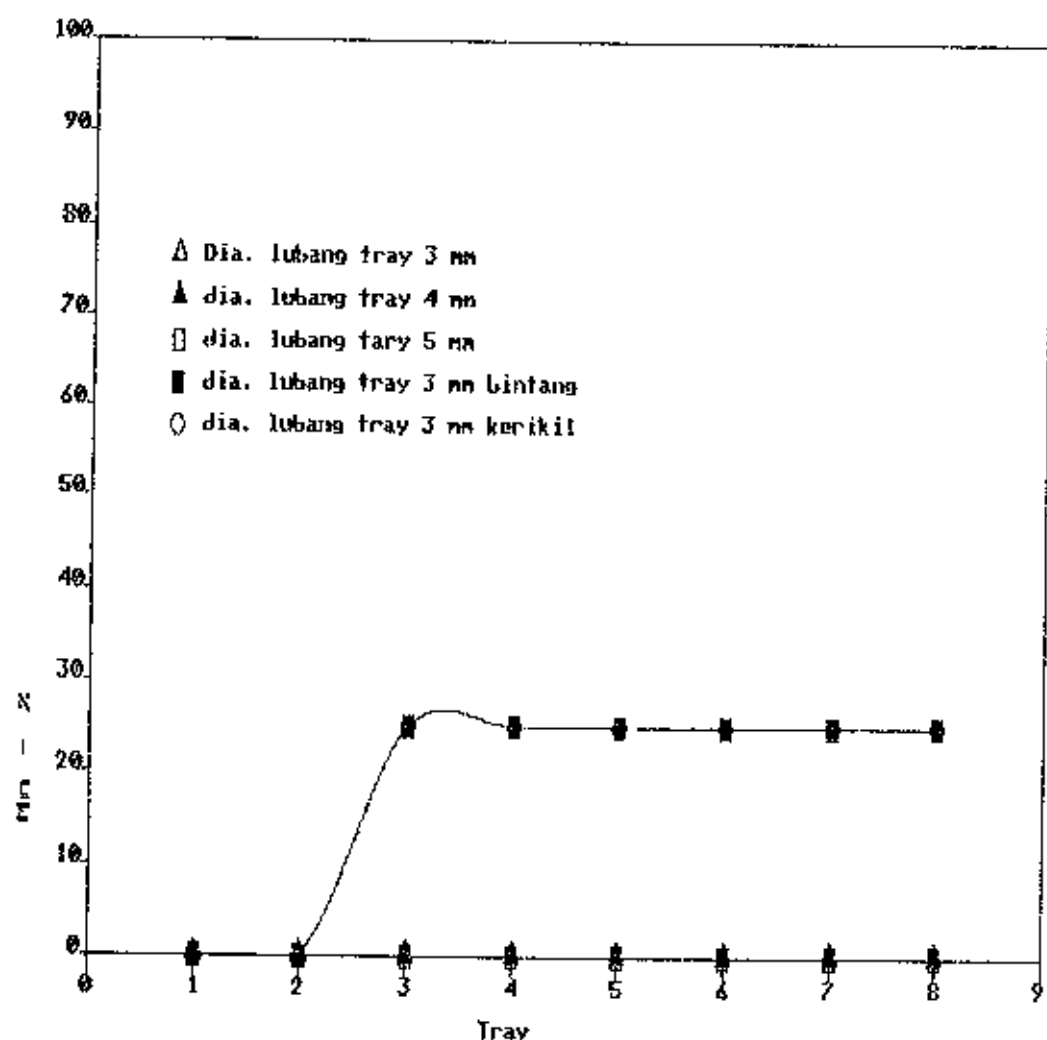
Grafik 5.57. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal : 0.200 mg/l
 pH : 7.5 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 90 menit



Grafik 5.58. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal: 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $30/27^\circ \text{C}$
 pengendapan 30 menit



Grafik 6.59. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal: 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $30/27 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 60 menit



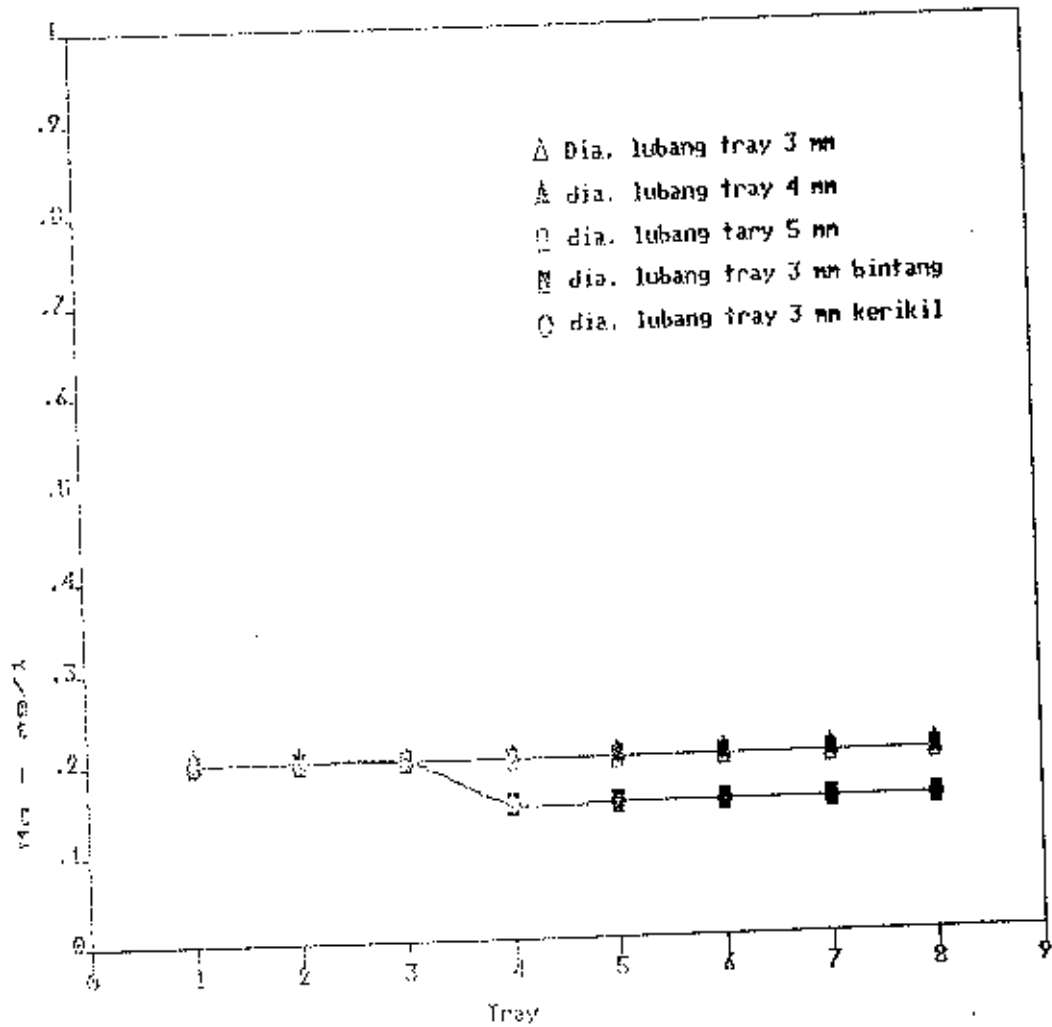
Grafik 5.60. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal: 0.200 mg/l
pH : 7.5 suhu udara/air $30/27^\circ \text{C}$
pengendapan 90 menit

2. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 30°C air: 27°C . Mn awal : 0.2 mg/l pH : 7.6, debit air : 0,2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.61 sampai 5.66 yang berdasarkan tabel L.10 sampai L.14 didapatkan hal-hal sebagai berikut

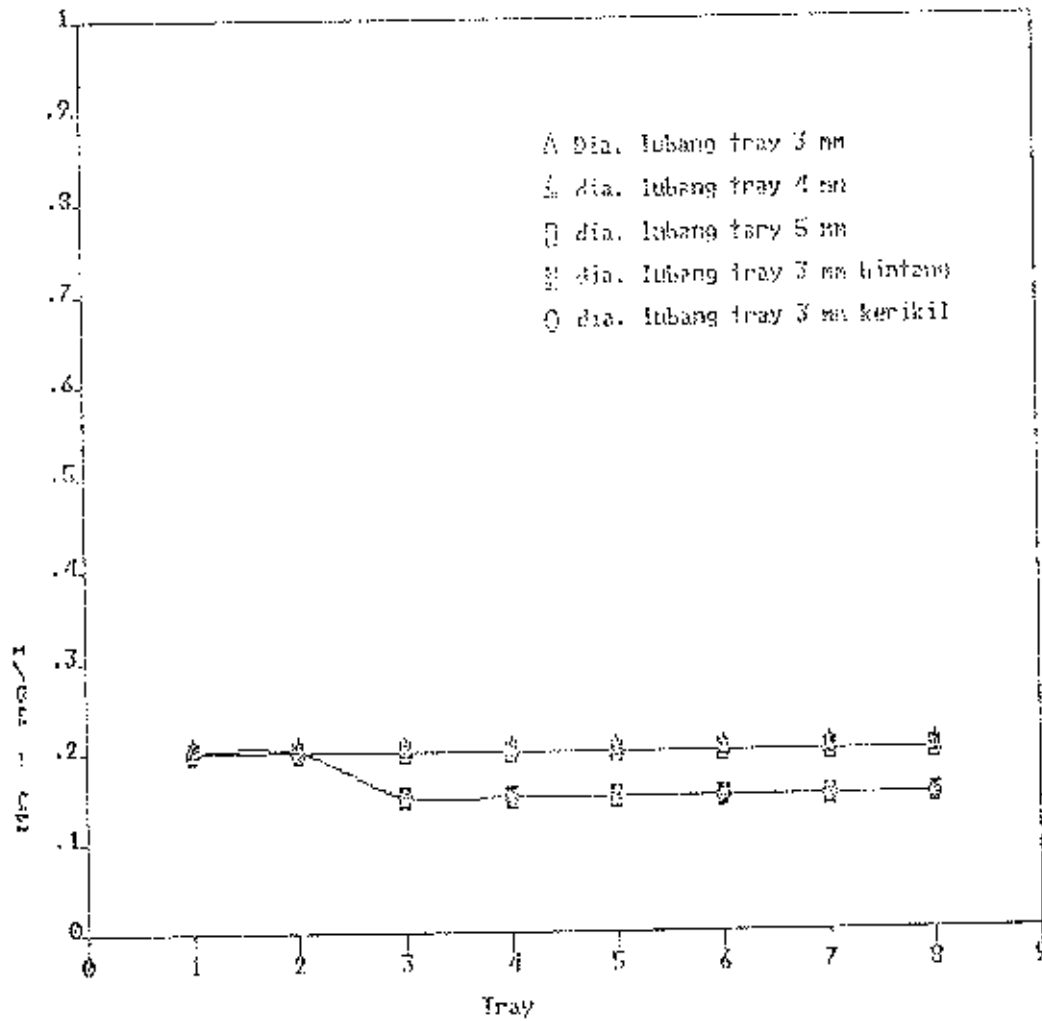
- Untuk grafik 5.61 sampai 5.63
- Grafik tidak mengalami penurunan untuk diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm sedang diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l .
- Dari grafik 5.61, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke empat. ke empat.
- Dari grafik 5.62, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke tiga.
- Dari grafik 5.63, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke tiga.
- Untuk grafik 5.58 sampai 5.60
- Grafik tidak mengalami kenaikan sama sekali untuk

diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm, kecuali diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan media kontak batu kerikil.

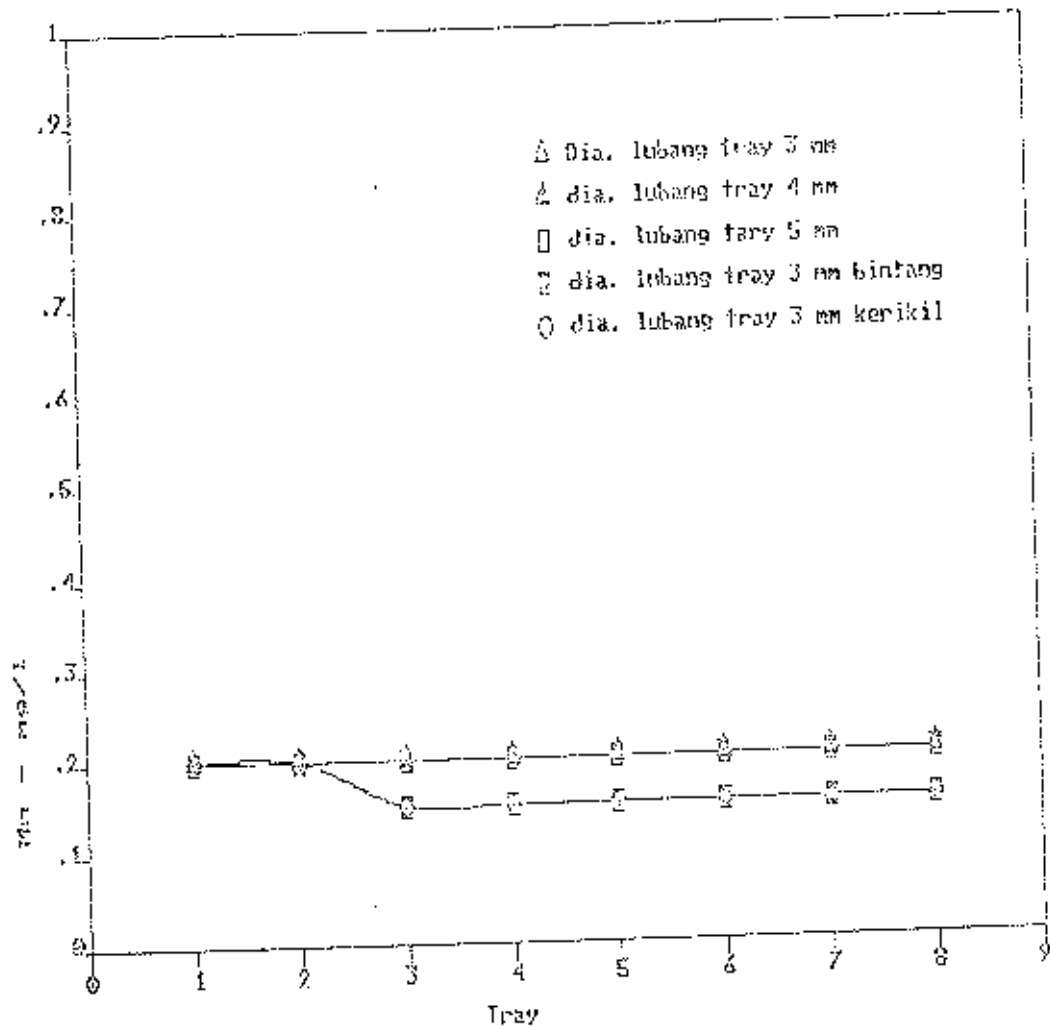
- Untuk grafik 5.64, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke empat.
- Untuk grafik 5.65, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke tiga.
- Untuk grafik 5.66, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke tiga.
- Penurunan Mn hanya terjadi pada tray yang menggunakan media kontak, hal ini terjadi karena media kontak berfungsi sebagai aksi katalisator, sehingga terbentuk MnO_2 pada permukaan media yang berperan sebagai auto katalisator pada proses oksidasi mangan dengan oksigen.



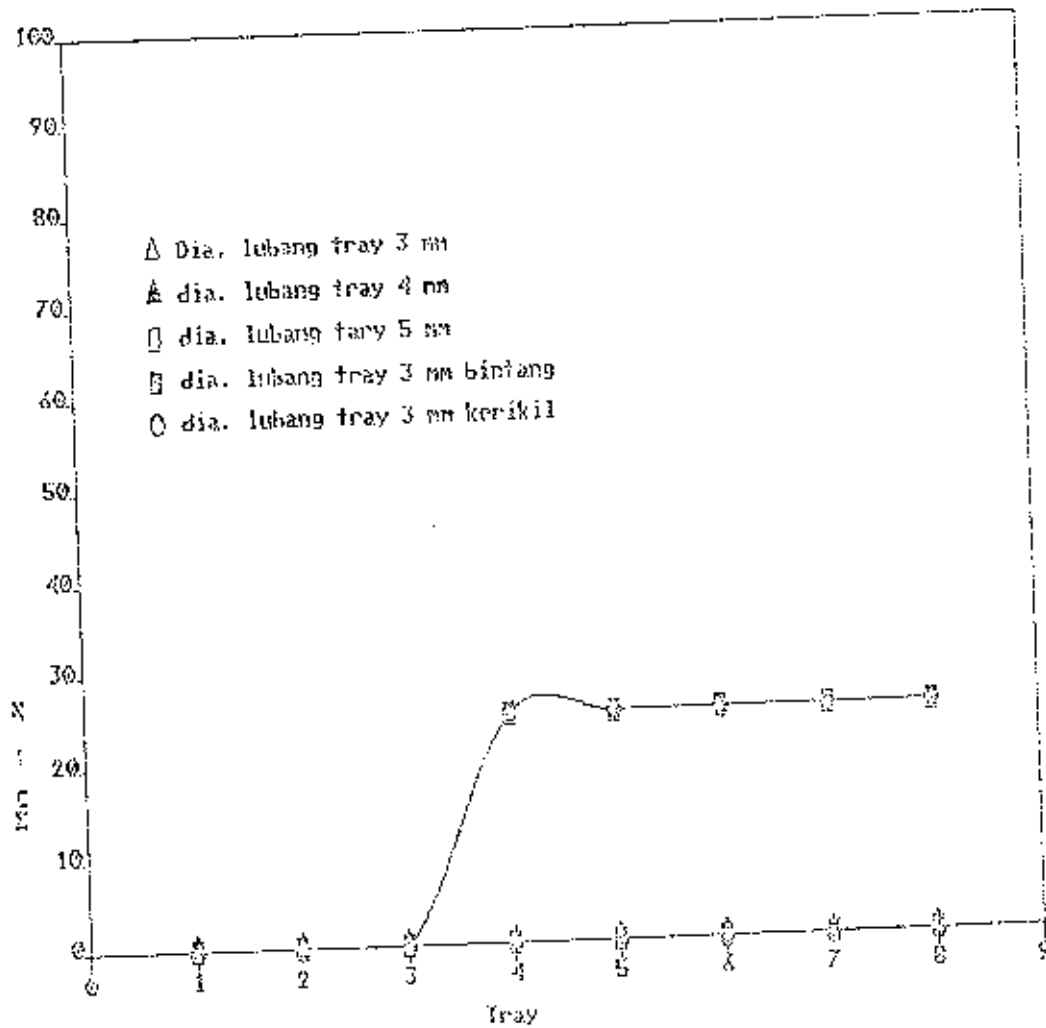
Grafik 5.61. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal : 0.200 mg/l
 pH : 7.6 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 30 menit



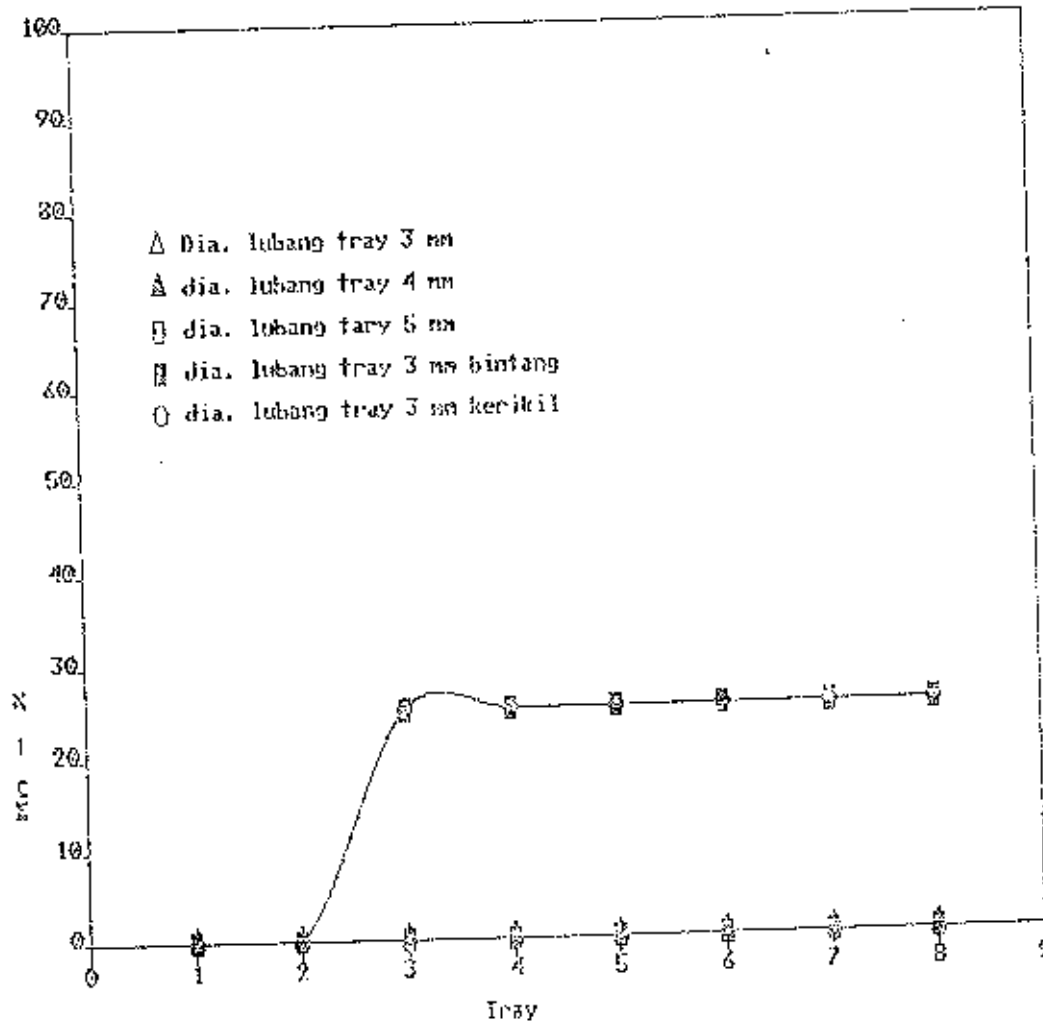
Grafik 5.62. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal : 0.200 mg/l
 pH : 7.6 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 60 menit



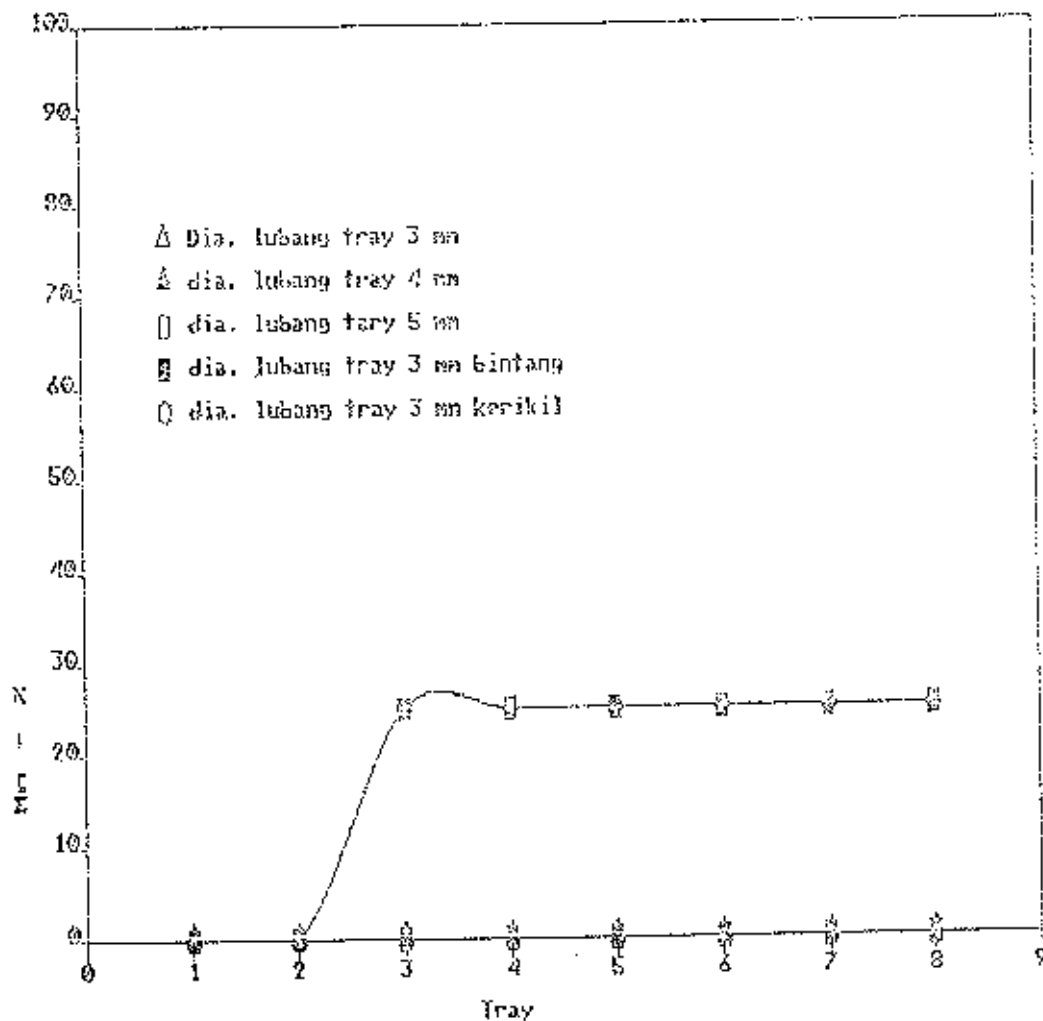
Grafik 5.63. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal : 0.200 mg/l
 pH : 7.6 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 90 menit



Grafik 5.64. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, $M_n \text{ awal} : 0.200 \text{ mg/l}$
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $30/27^\circ \text{C}$
 pengendapan 30 menit



Grafik 5.65. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal: 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $30/27^\circ \text{C}$
 pengendapan 60 menit



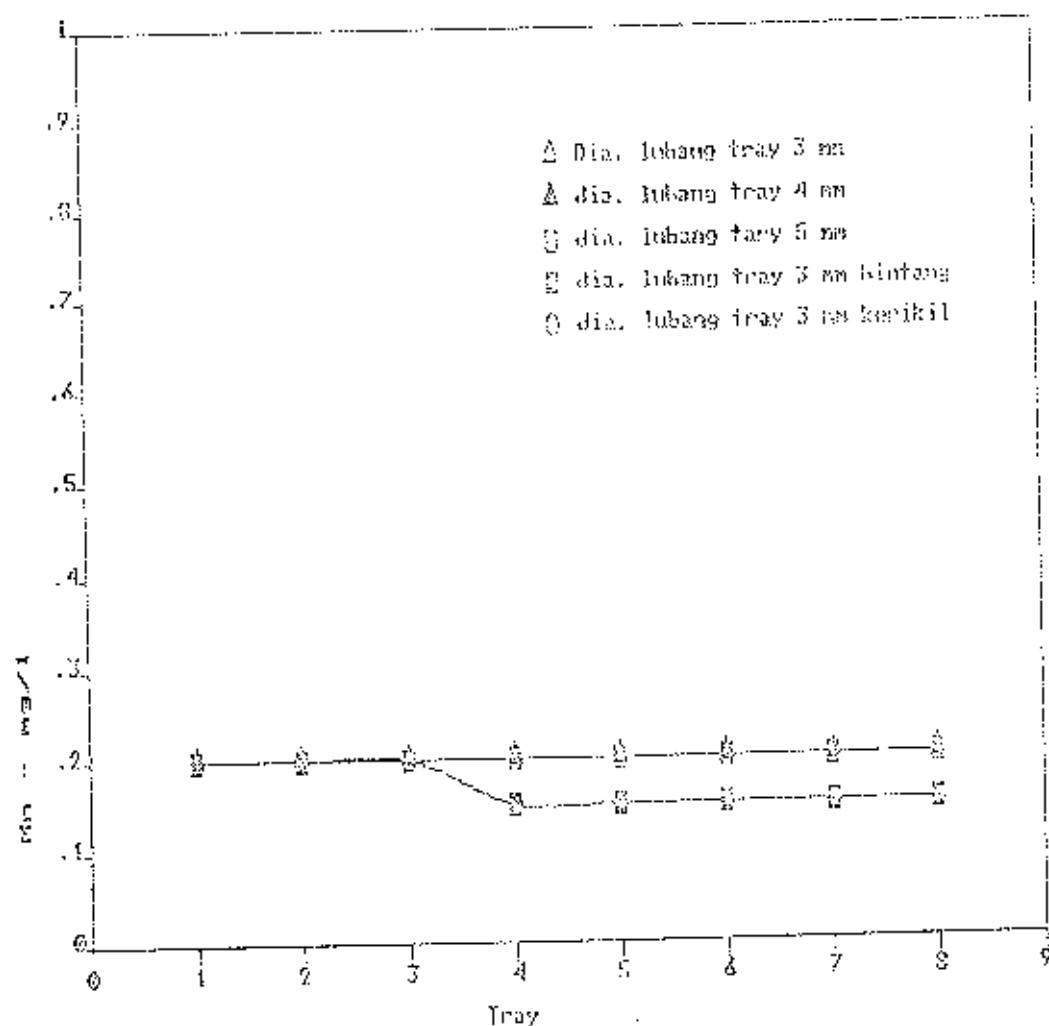
Grafik 5.66. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal: 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $30/27 \text{ }^\circ\text{C}$
 pengendapan 90 menit

3. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 30°C air : 27°C , Mn awal : 0.2 mg/l pH : 7.8, debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.67 sampai 5.72 yang berdasarkan tabel L.15 sampai L.19 didapatkan hal-hal sebagai berikut

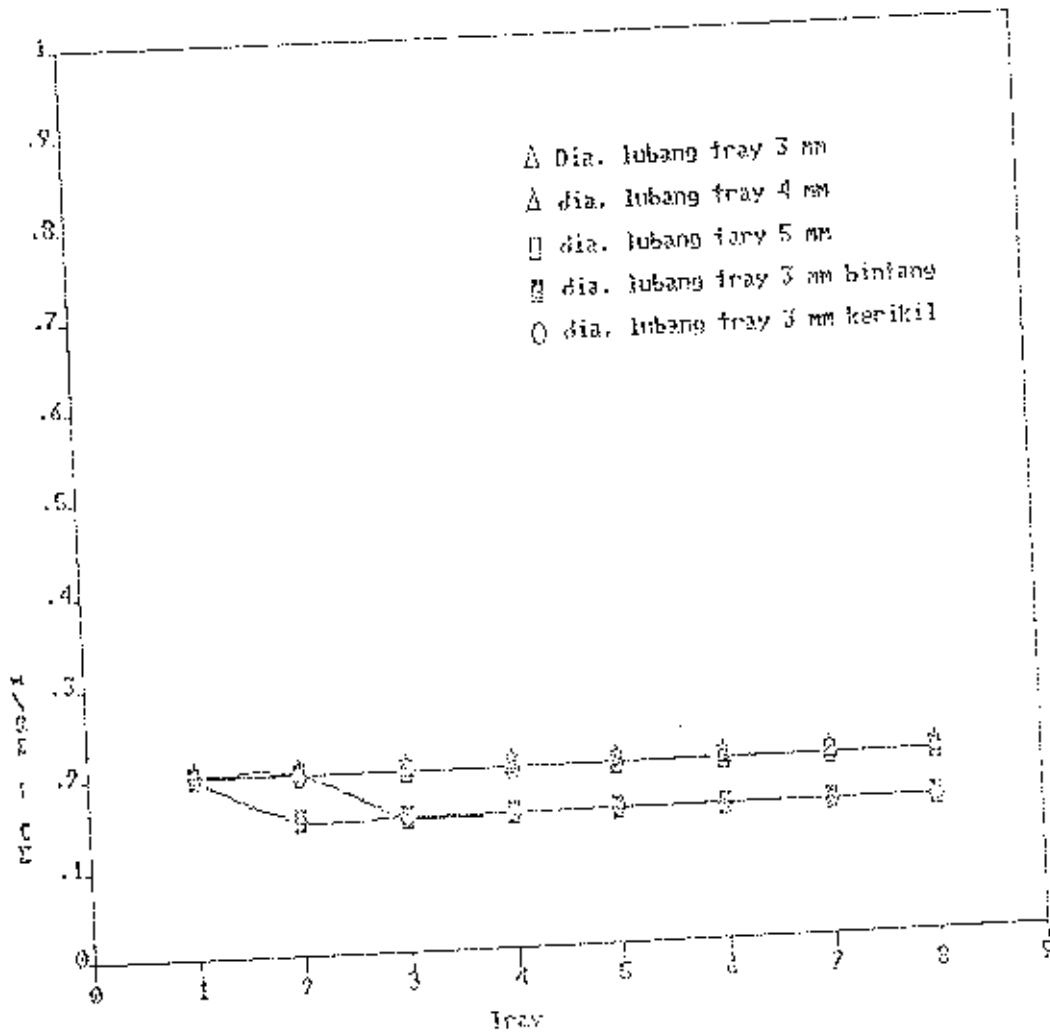
- Untuk grafik 5.67 sampai 5.68
- Grafik tidak mengalami penurunan untuk diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm sedang diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l .
- Dari grafik 5.67, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke empat.
- Dari grafik 5.68, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke tiga.
- Dari grafik 5.69, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke tiga.
- Untuk grafik 5.70 sampai 5.72
- Grafik tidak mengalami kenaikan sama sekali untuk diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm, kecuali

diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan media kontak batu kerikil.

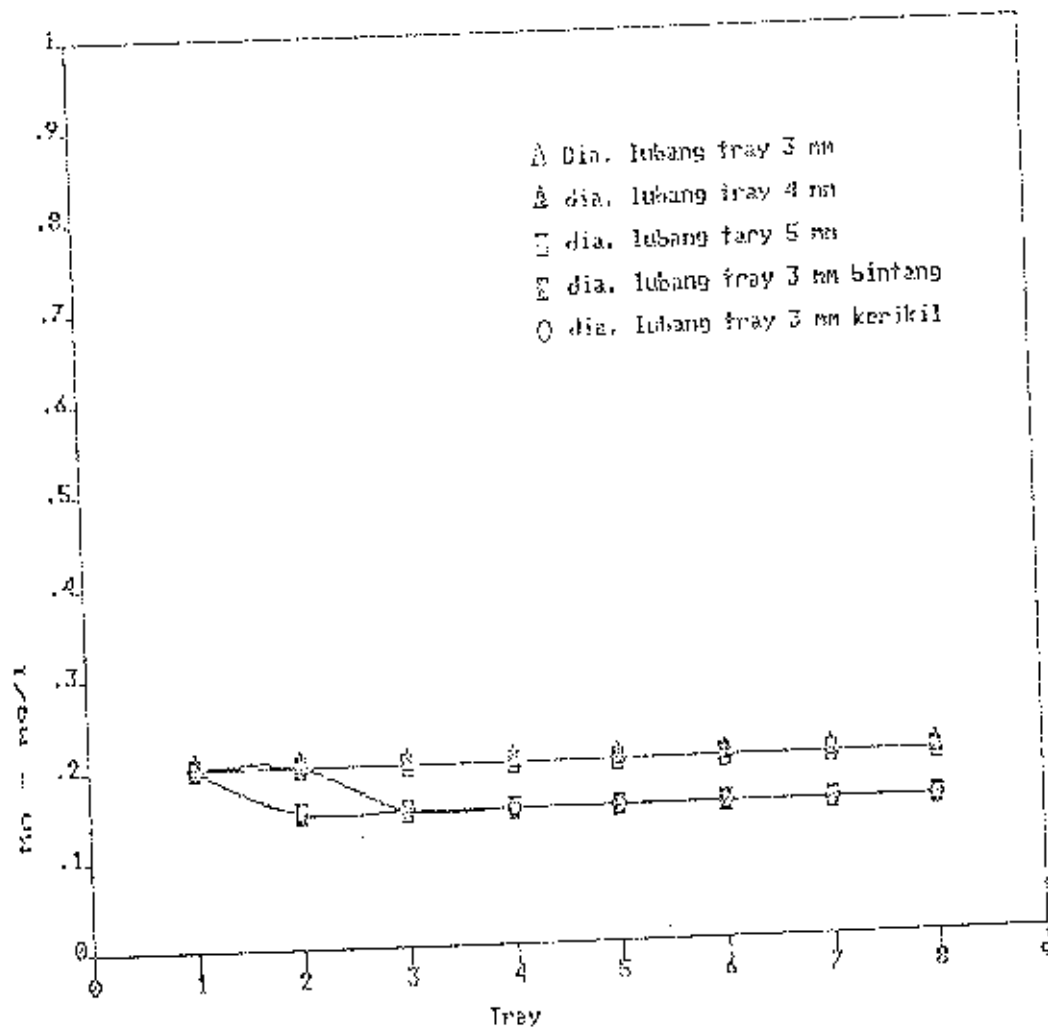
- Untuk grafik 5.70, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke empat.
- Untuk grafik 5.71, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke tiga.
- Untuk grafik 5.72, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke empat.
- Penurunan Mn hanya terjadi pada tray yang menggunakan media kontak, hal ini terjadi karena media kontak berfungsi sebagai aksi katalisator, sehingga terbentuk MnO_2 pada permukaan media yang berperan sebagai auto katalisator pada proses oksidasi mangan dengan oksigen



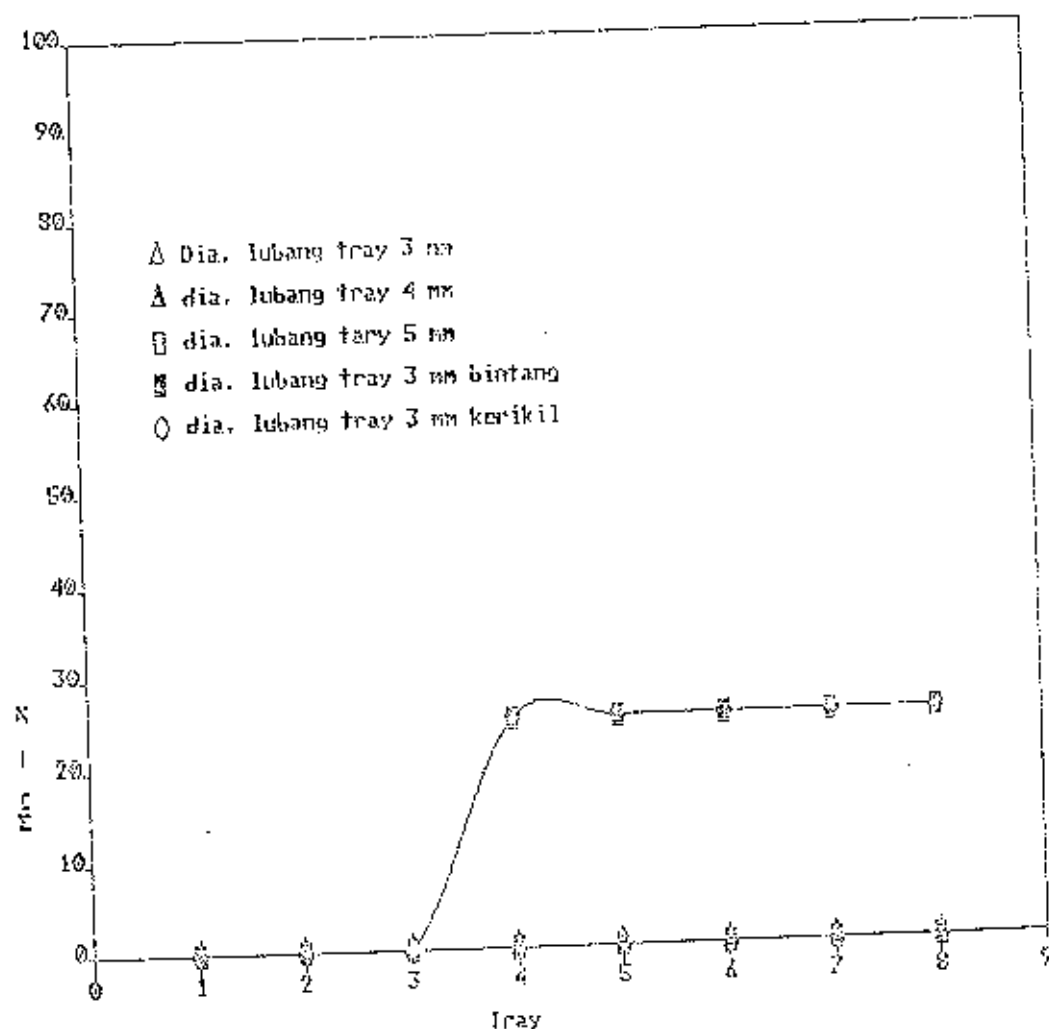
Grafik 5.67. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
 pH : 7.3 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 30 menit



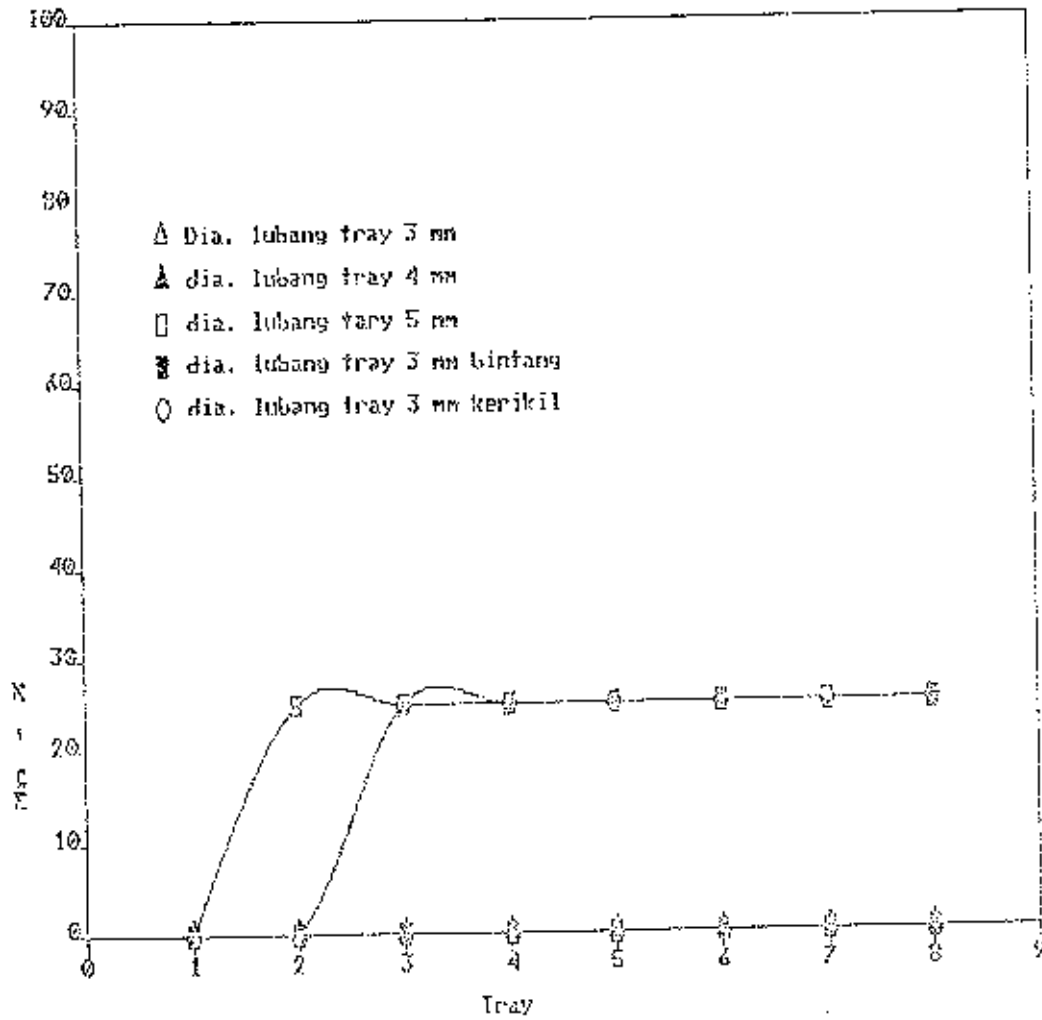
Grafik 5.68. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
pH : 7.8 suhu udara/air 30/27 C
pengendapan 60 menit



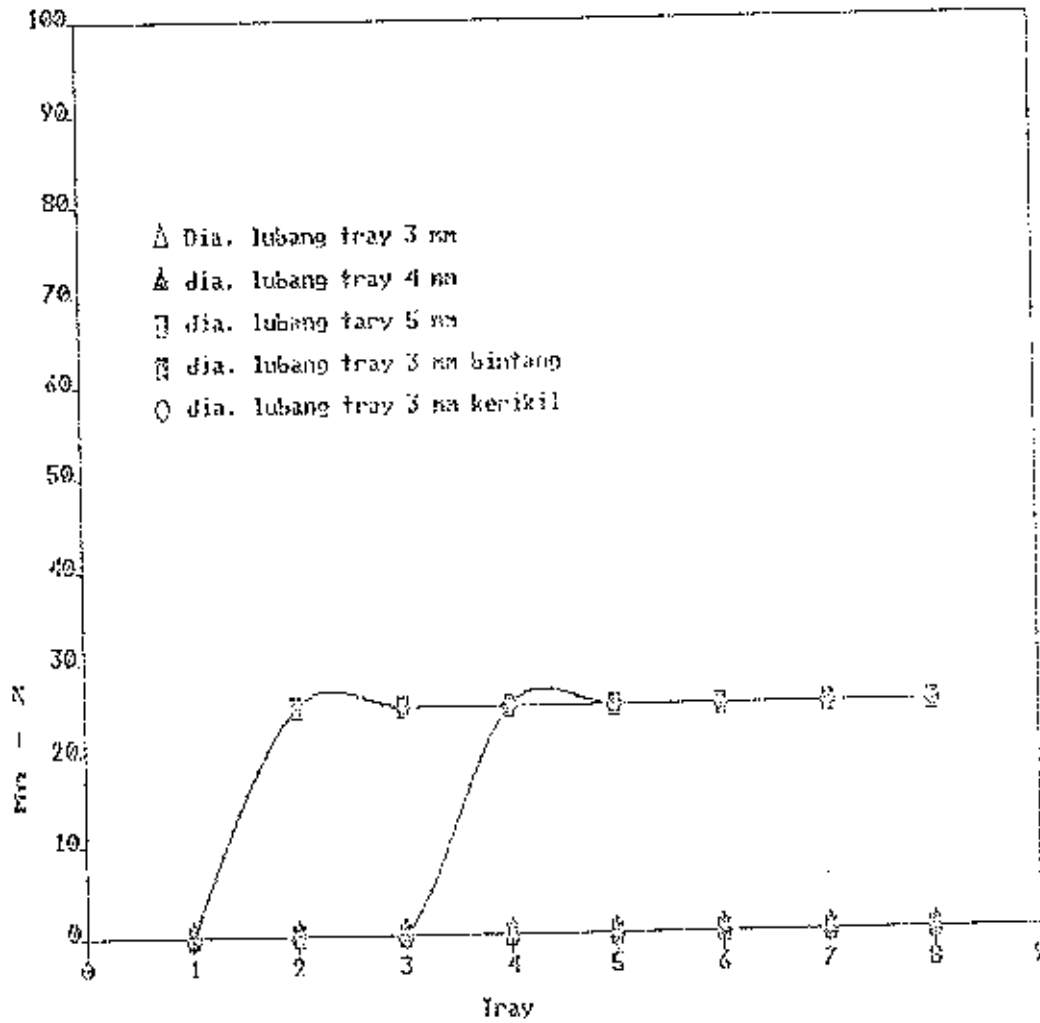
Grafik 5.69. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
 pH : 7.8 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 90 menit.



Grafik 5.70. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
 pH : 7.8 suhu udara/air 30/27 C
 pengendapan 30 menit



Grafik 5.71. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, $Mn \text{ awal } 0.200 \text{ mg/l}$
 $pH : 7.3$ suhu udara/air $30/27 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 60 menit.



Grafik 5.72. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.8$ suhu udara/air $30/27^\circ \text{C}$
 pengendapan 90 menit

4. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 28°C air: 25°C , Mn awal : 0.2 mg/l pH : 7.5, debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.73 sampai 5.78 yang berdasarkan tabel L.20 sampai L.24 didapatkan hal-hal sebagai berikut

- Untuk grafik 5.73 sampai 5.75

Grafik tidak mengalami penurunan untuk diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm sedang diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l .

- Dari grafik 5.73, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke tiga dan ke empat.

- Dari grafik 5.74, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke tiga.

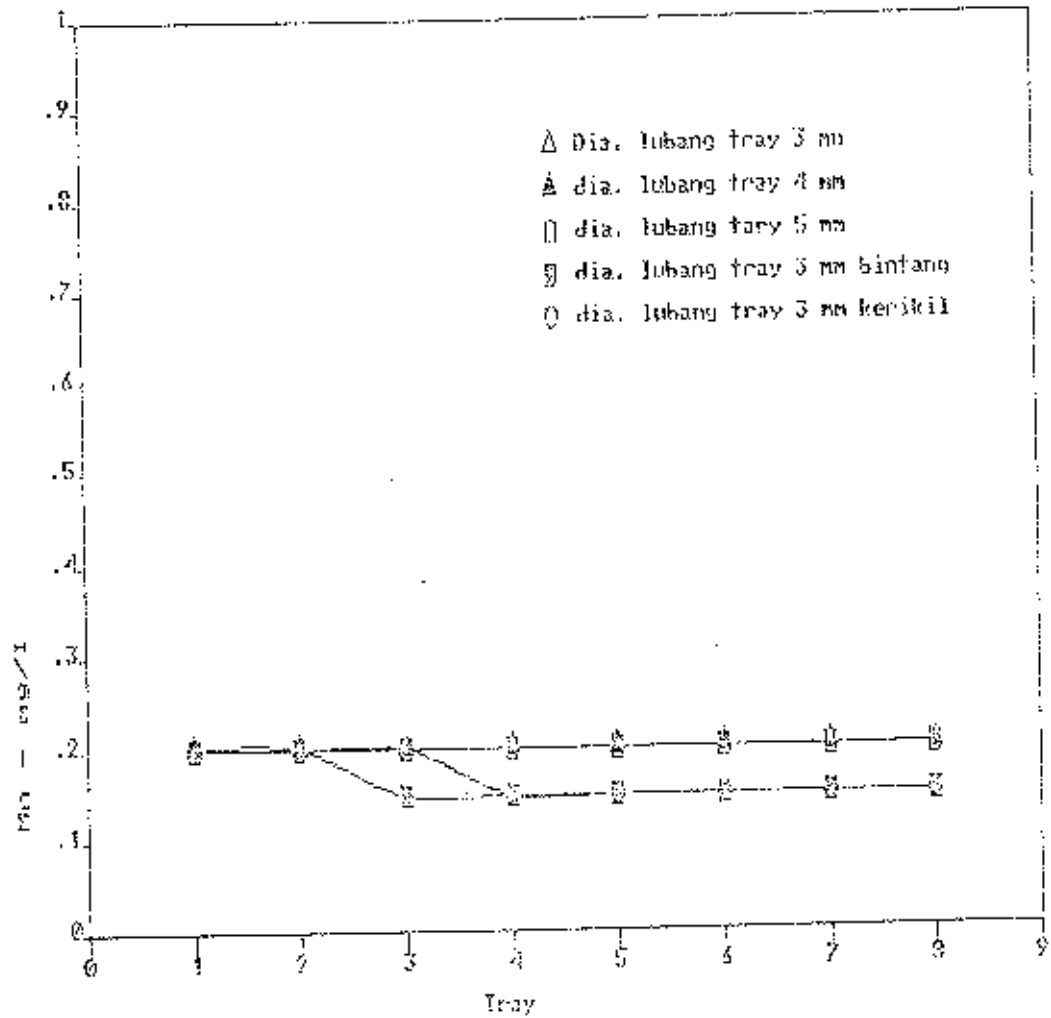
- Dari grafik 5.75, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke dua.

- Untuk grafik 5.76 sampai 5.78

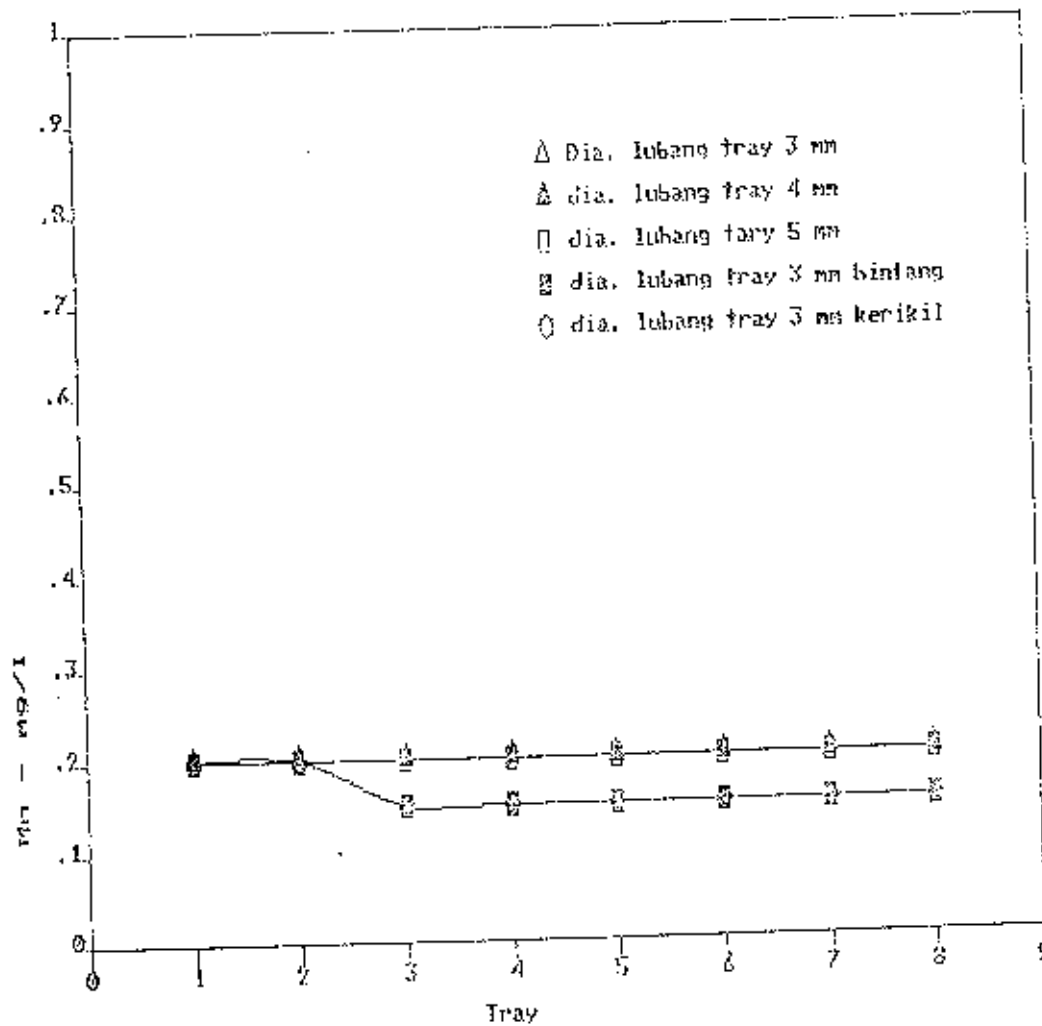
- Grafik tidak mengalami kenaikan sama sekali untuk

diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm, kecuali diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan media kontak batu kerikil.

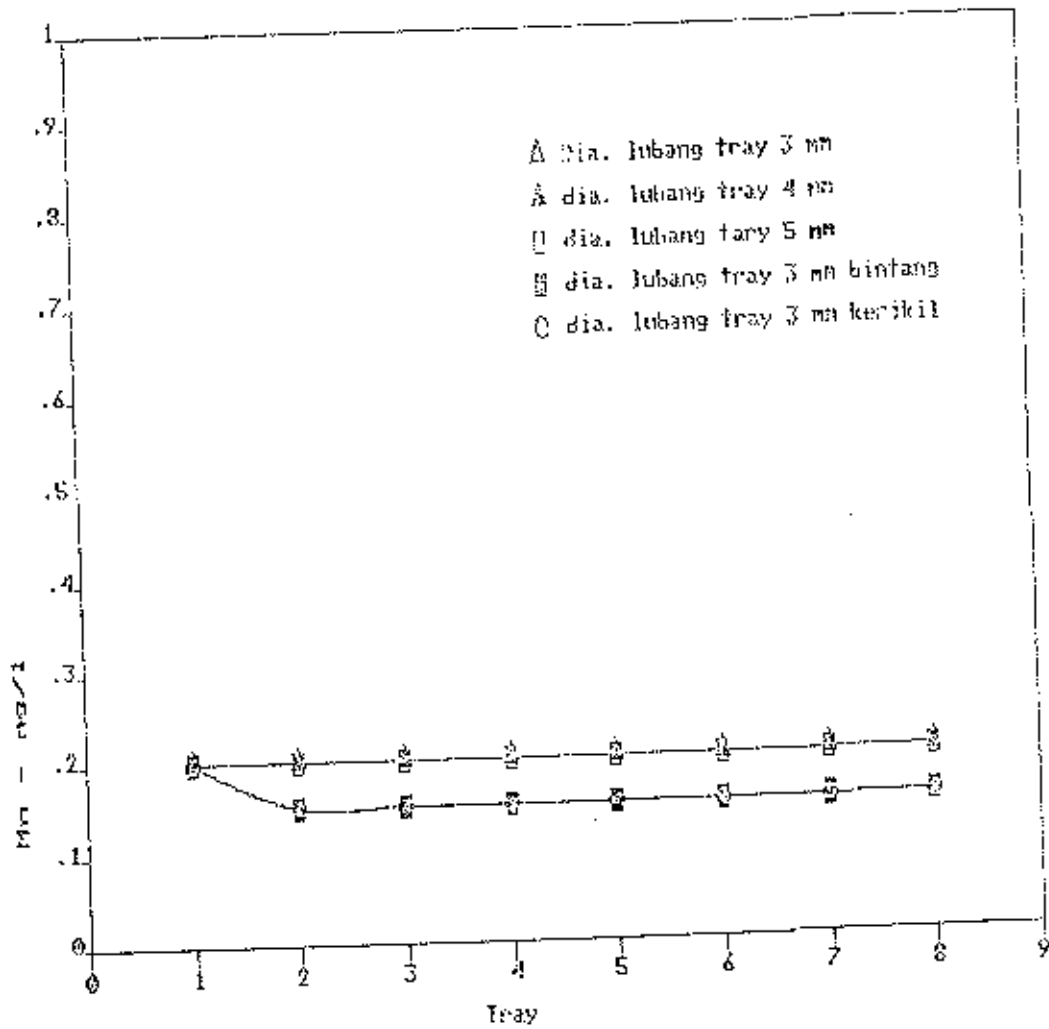
- Untuk grafik 5.76, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke tiga dan ke empat.
- Untuk grafik 5.77, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke tiga.
- Untuk grafik 5.78, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke dua.
- Penurunan Mn hanya terjadi pada tray yang menggunakan media kontak, hal ini terjadi karena media kontak berfungsi sebagai aksi katalisator, sehingga terbentuk MnO_2 pada permukaan media yang berperan sebagai auto katalisator pada proses oksidasi mangan dengan oksigen



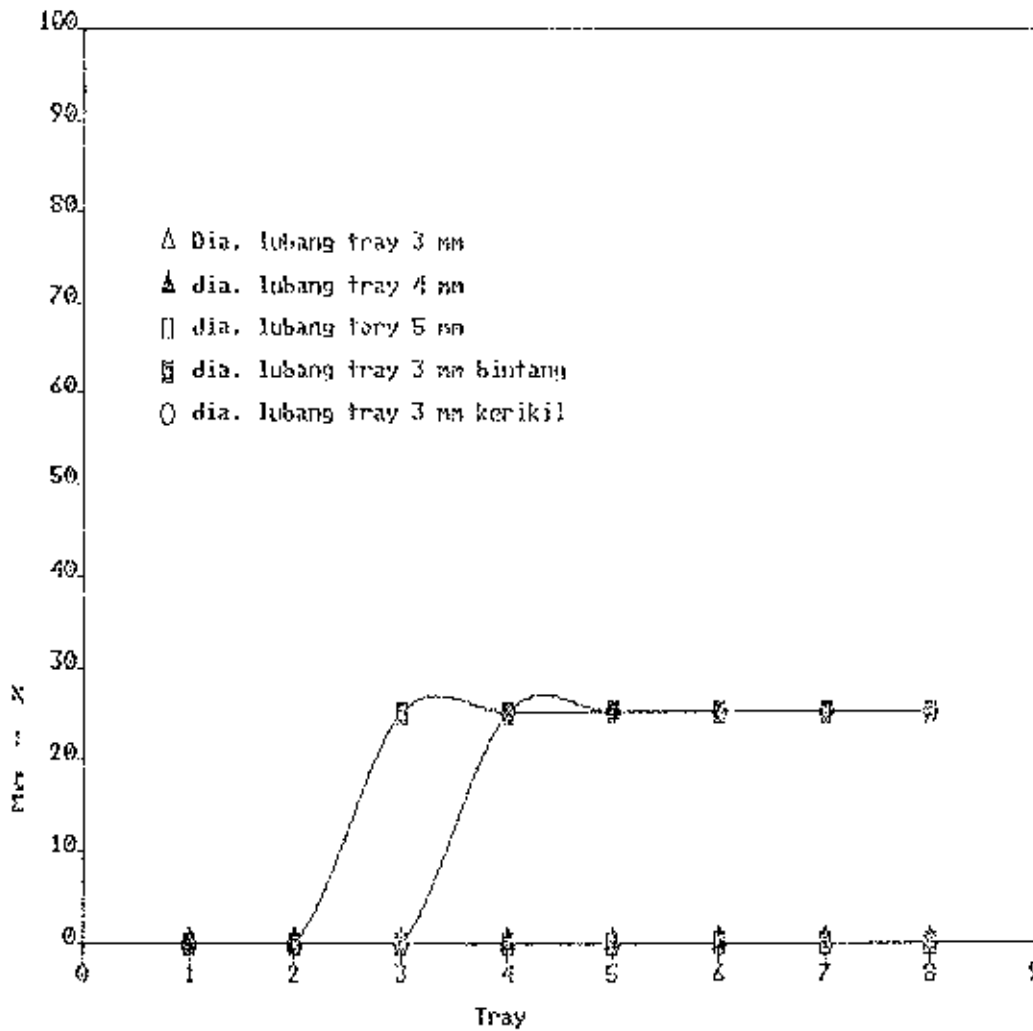
Grafik 5.73. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
pH : 7.5 suhu udara/air 28/25 C
pengendapan 30 menit



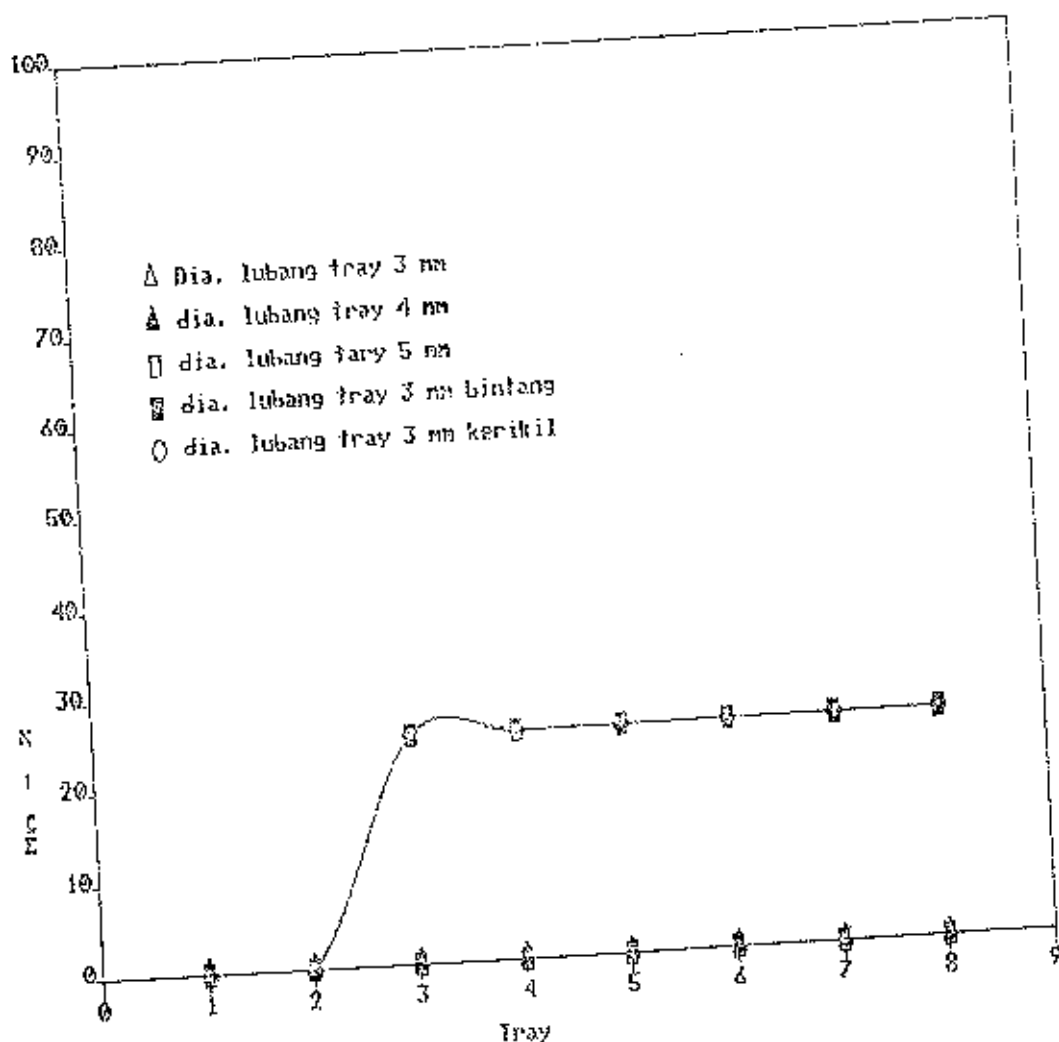
Grafik 5.74. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
 pH : 7.5 suhu udara/air 28/25 C
 pengendapan 60 menit



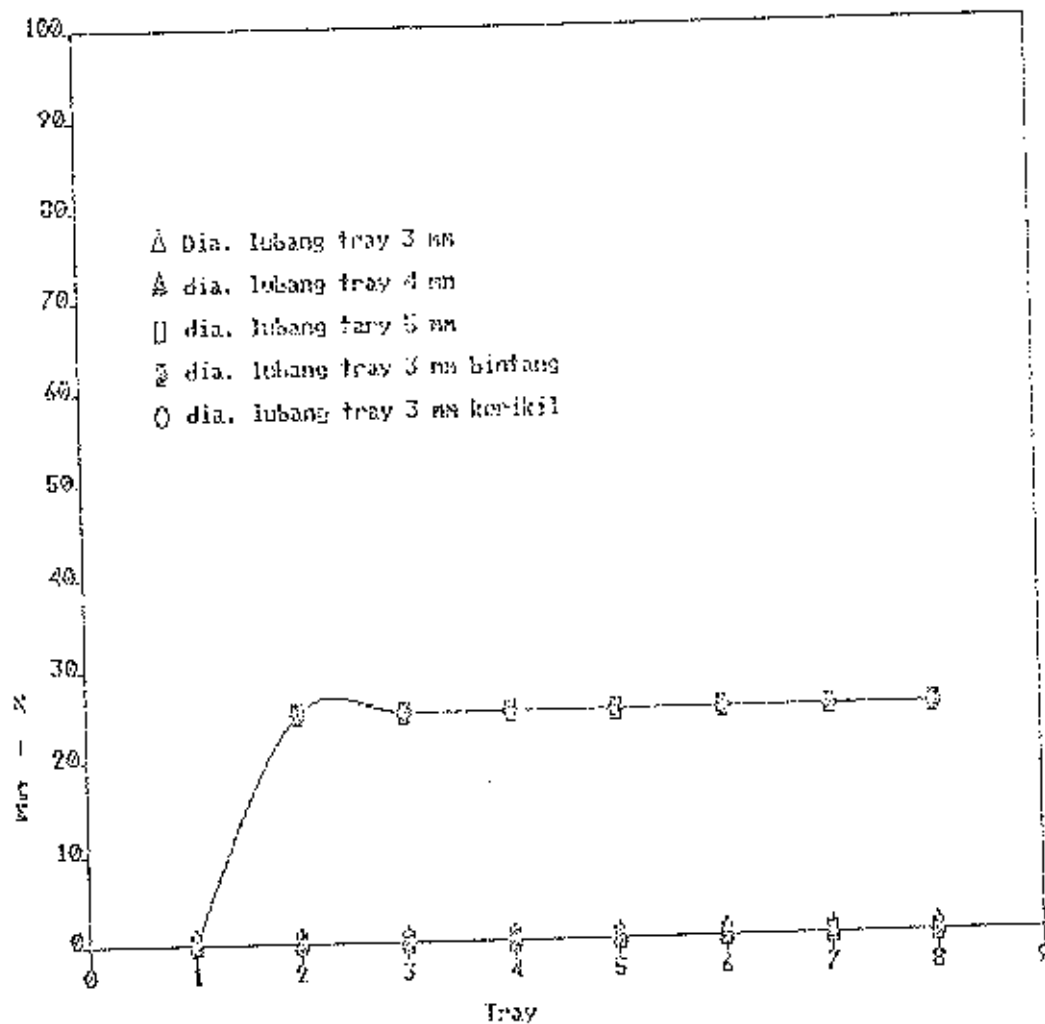
Grafik 5.75. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
pH : 7.5 suhu udara/air 28/25 C
pengendapan 90 menit



Grafik 5.76. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 30 menit



Grafik 5.77. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal 0.200 mg/l
pH : 7.5 suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
pengendapan 60 menit



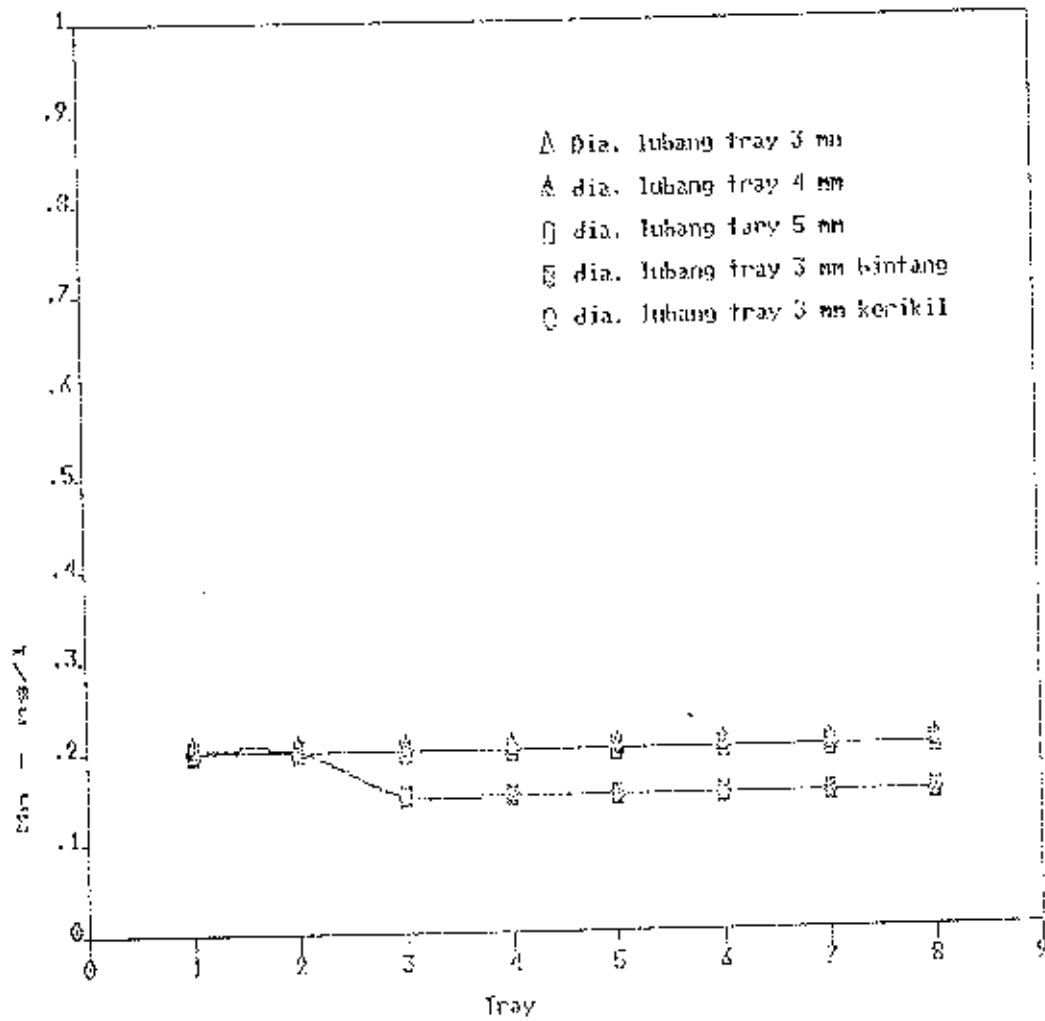
Grafik S.78. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.5$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 90 menit

5. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 26°C air: 25°C , Mn awal : 0.2 mg/l pH : 7.8, debit air : 0.2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.79 sampai 5.84 yang berdasarkan tabel 1.25 sampai 1.28 didapatkan hal-hal sebagai berikut

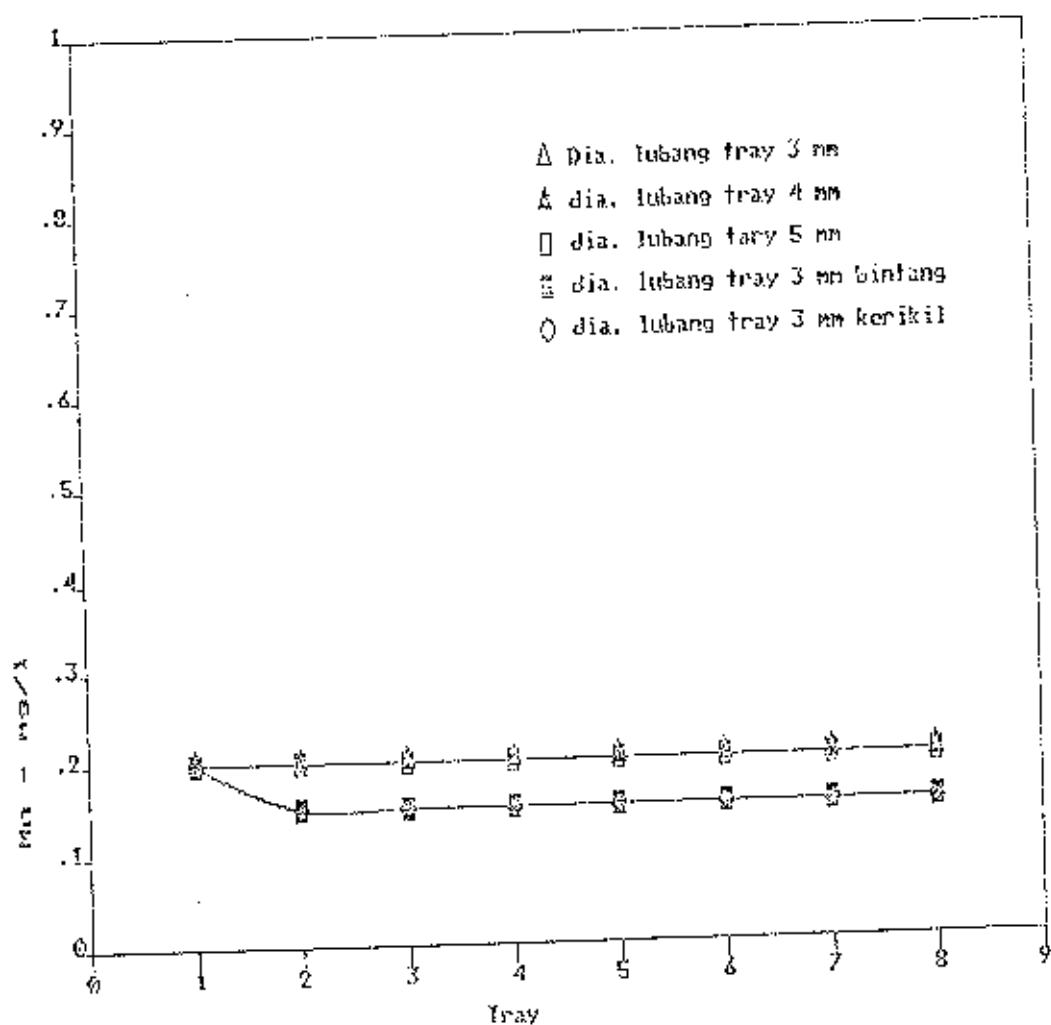
- Untuk grafik 5.79 sampai 5.81
- Grafik tidak mengalami penurunan untuk diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm sedang diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l .
- Dari grafik 5.79, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke tiga.
- Dari grafik 5.80, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke dua.
- Dari grafik 5.81, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke dua.
- Untuk grafik 5.82 sampai 5.84
- Grafik tidak mengalami kenaikan sama sekali untuk diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm. kecuali

diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan media kontak batu kerikil.

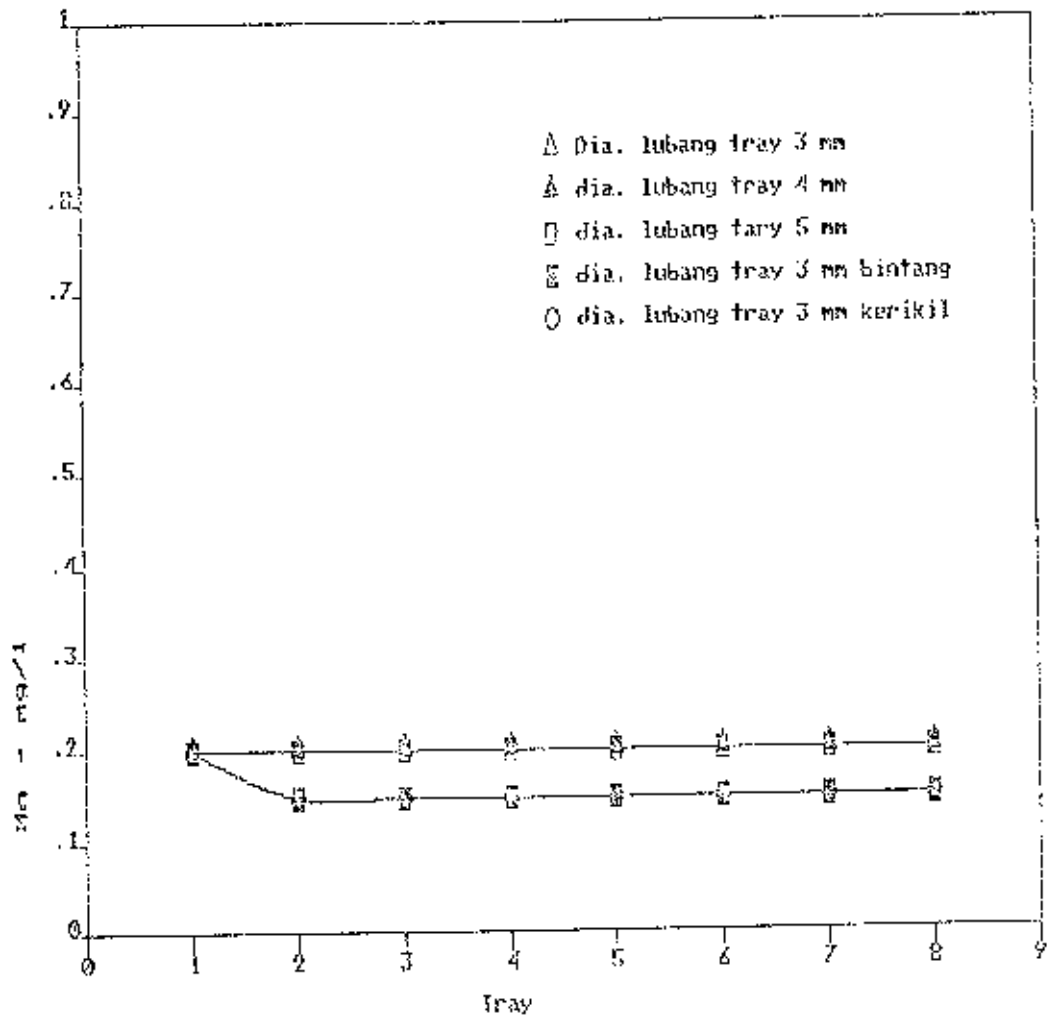
- Untuk grafik 5.82, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke tiga.
- Untuk grafik 5.83, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke dua.
- Untuk grafik 5.84, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke dua.
- Penurunan Mn hanya terjadi pada tray yang menggunakan media kontak, hal ini terjadi karena media kontak berfungsi sebagai aksi katalisator, sehingga terbentuk MnO_2 pada permukaan media yang berperan sebagai auto katalisator pada proses oksidasi mangan dengan oksigen



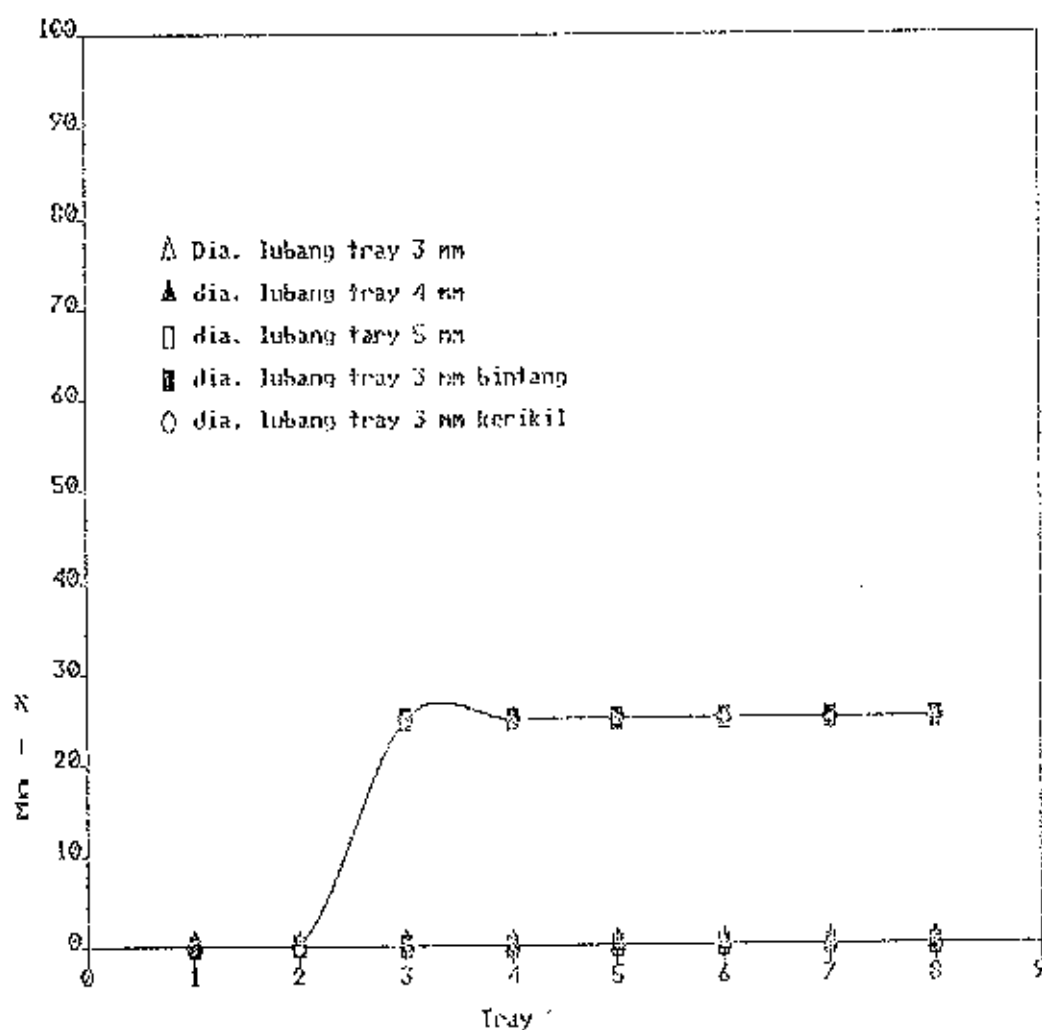
Grafik 5.79. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
 pH : 7.6 suhu udara/air 28/25 C
 pengendapan 30 menit



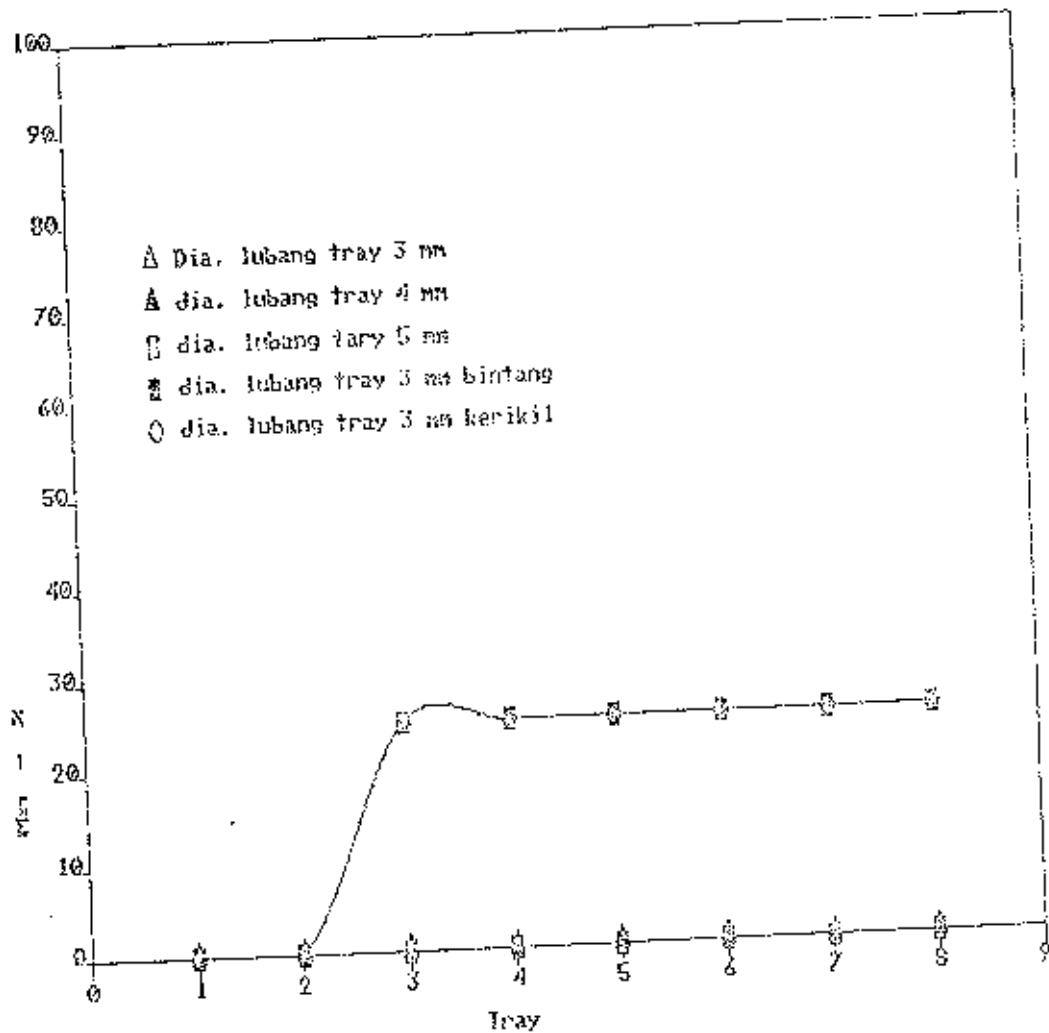
Grafik 5.80. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
 pH : 7.6 suhu udara/air 23/25 C
 pengendapan 60 menit



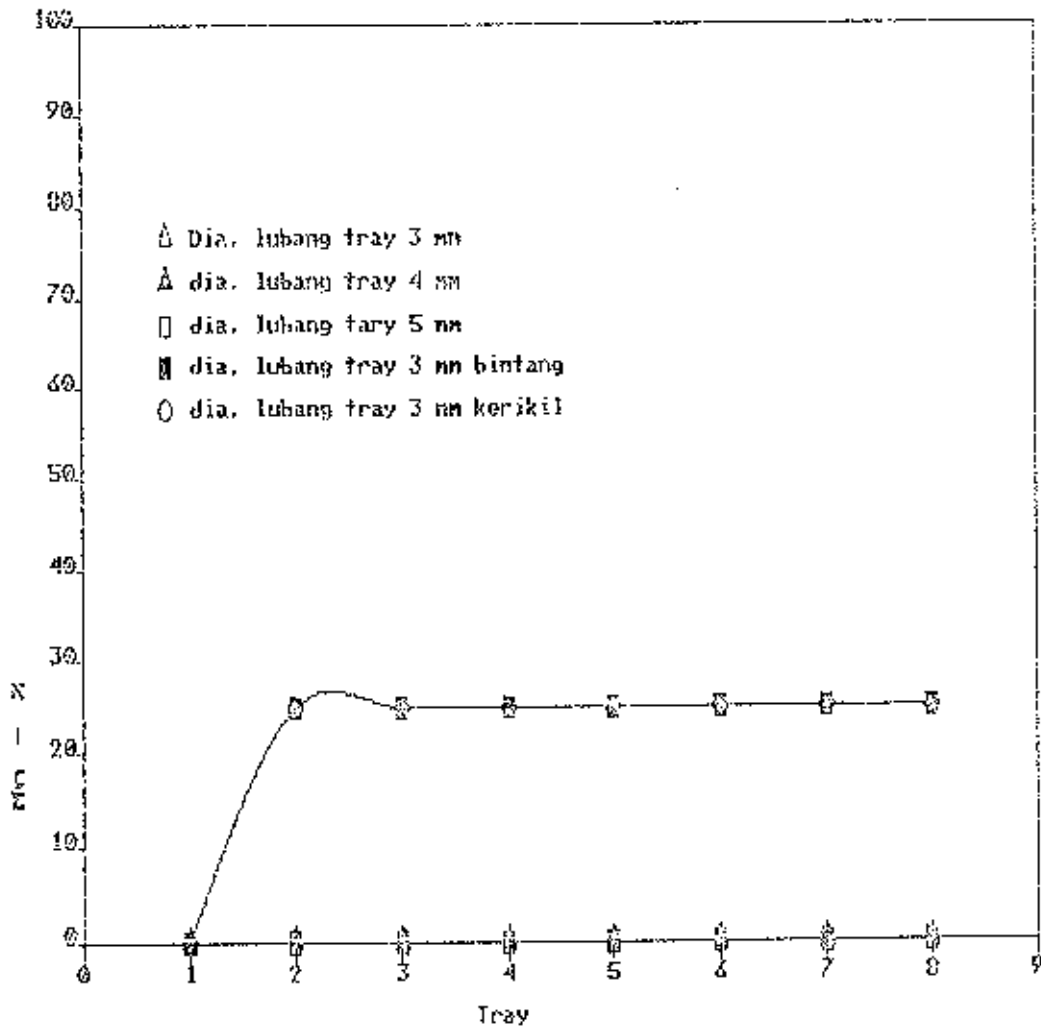
Grafik 5.81. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
 pH : 7.6 suhu udara/air 28/25 C
 pengendapan 90 menit



Grafik 5.82. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 30 menit



Grafik 5.83. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 60 menit

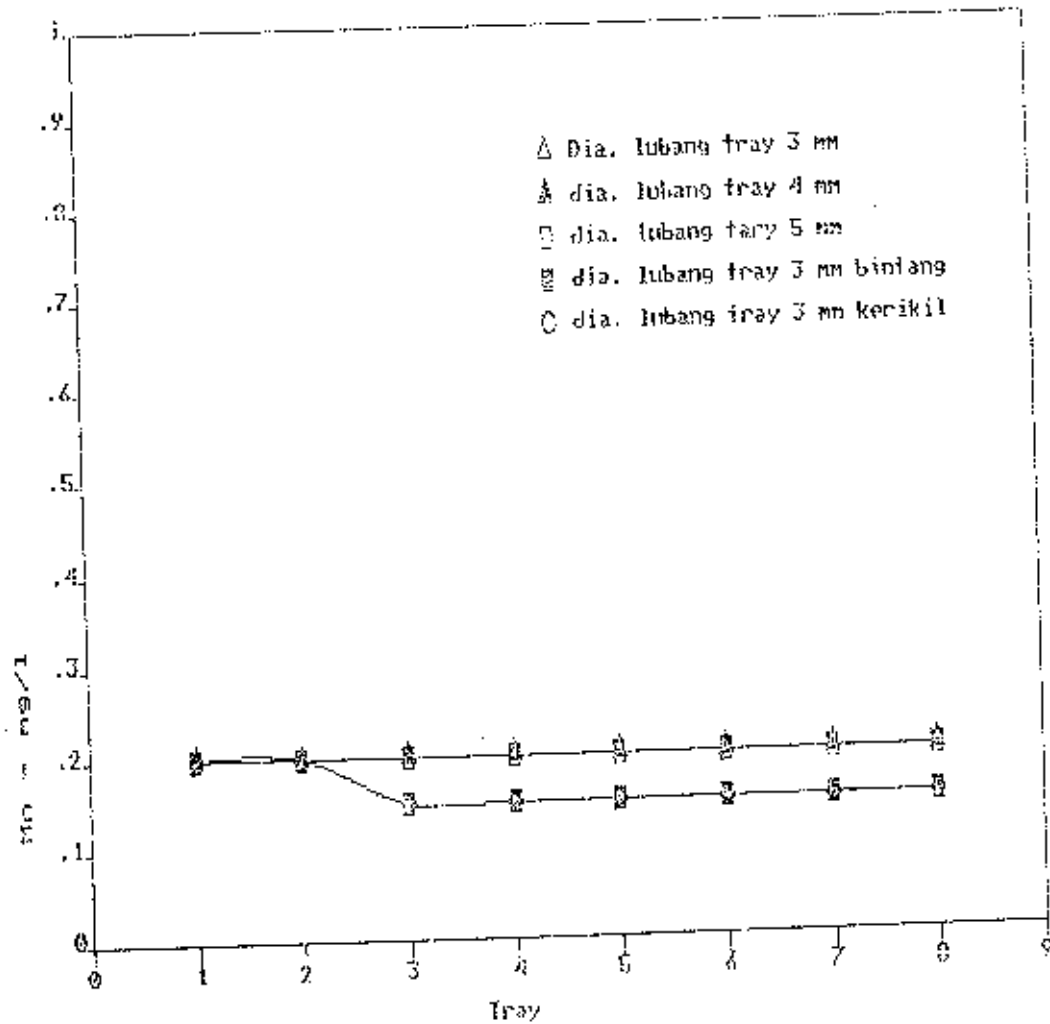


Grafik 5.84. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.6$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 90 menit

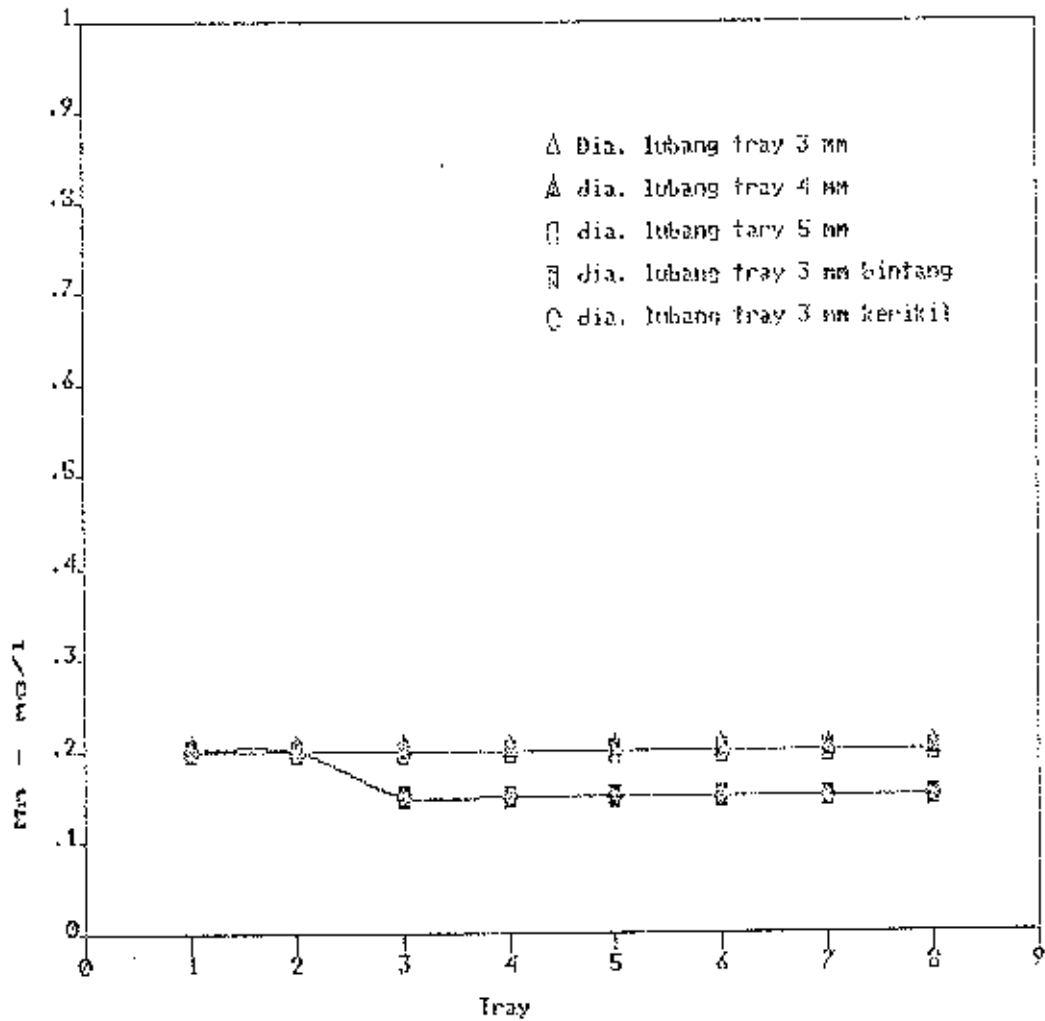
6. Dari hasil percobaan aerasi dengan tray bertingkat pada suhu udara : 20°C air : 25°C , Mn awal : 0.2 mg/l pH : 7.9, debit air : 0,2 l/dt yang ditampilkan dalam grafik 5.85 sampai 5.90 yang berdasarkan tabel L.30 sampai L.34 didapatkan hal-hal sebagai berikut

- Untuk grafik 5.85 sampai 5.87
- Grafik tidak mengalami penurunan untuk diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm sedang diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l .
- Dari grafik 5.85, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke tiga.
- Dari grafik 5.86, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke tiga.
- Dari grafik 5.87, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil turun sampai 0.15 mg/l setelah melewati tray ke dua.
- Untuk grafik 5.88 sampai 5.90
- Grafik tidak mengalami kenaikan sama sekali untuk diameter lubang tray 3 mm, 4 mm, 5 mm, kecuali

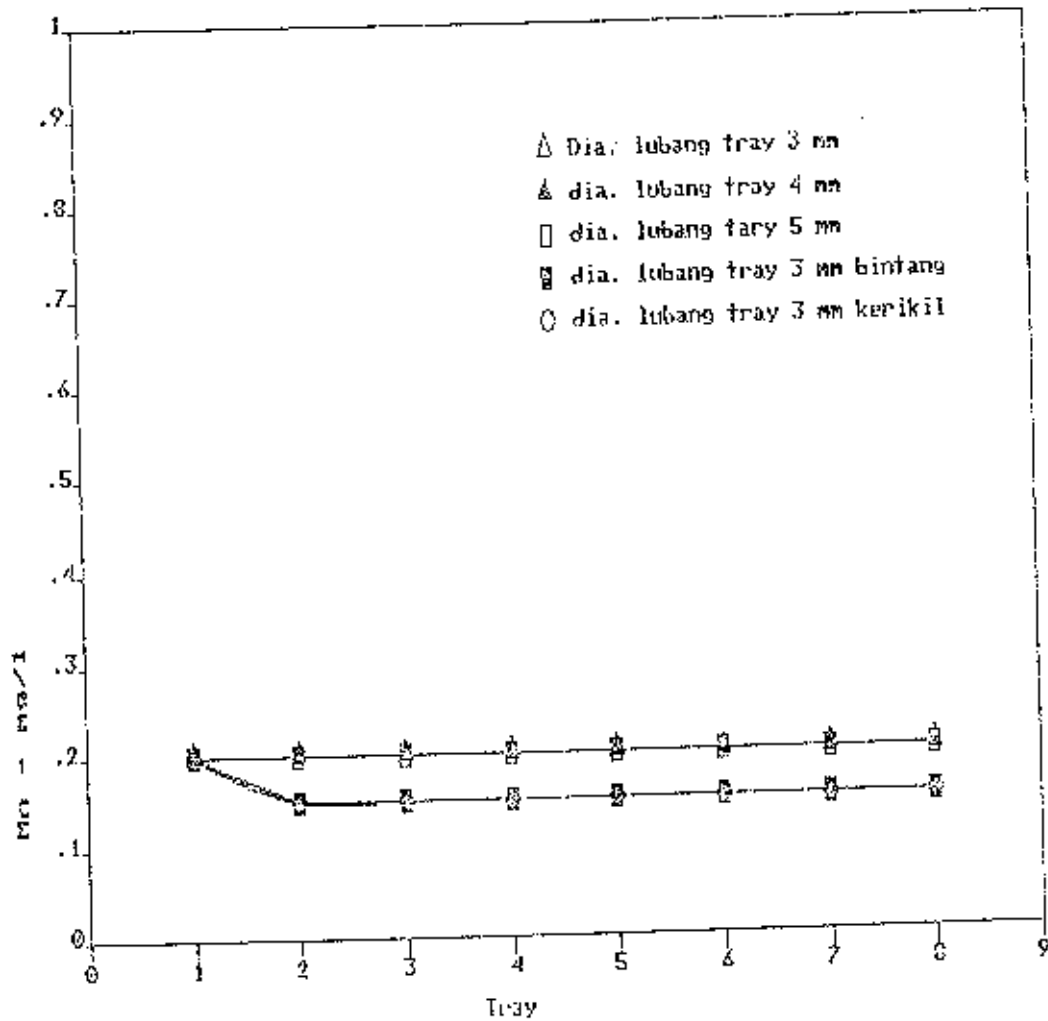
- diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan media kontak batu kerikil.
- Untuk grafik 5.88, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke tiga.
 - Untuk grafik 5.89, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke tiga.
 - Untuk grafik 5.90, terlihat bahwa diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang dan batu kerikil naik sampai 25 % setelah melewati tray ke dua..
 - Penurunan Mn hanya terjadi pada tray yang menggunakan media kontak, hal ini terjadi karena media kontak berfungsi sebagai aksi katalisator, sehingga terbentuk MnO_2 pada permukaan media yang berperan sebagai auto katalisator pada proses oksidasi mangan dengan oksigen.



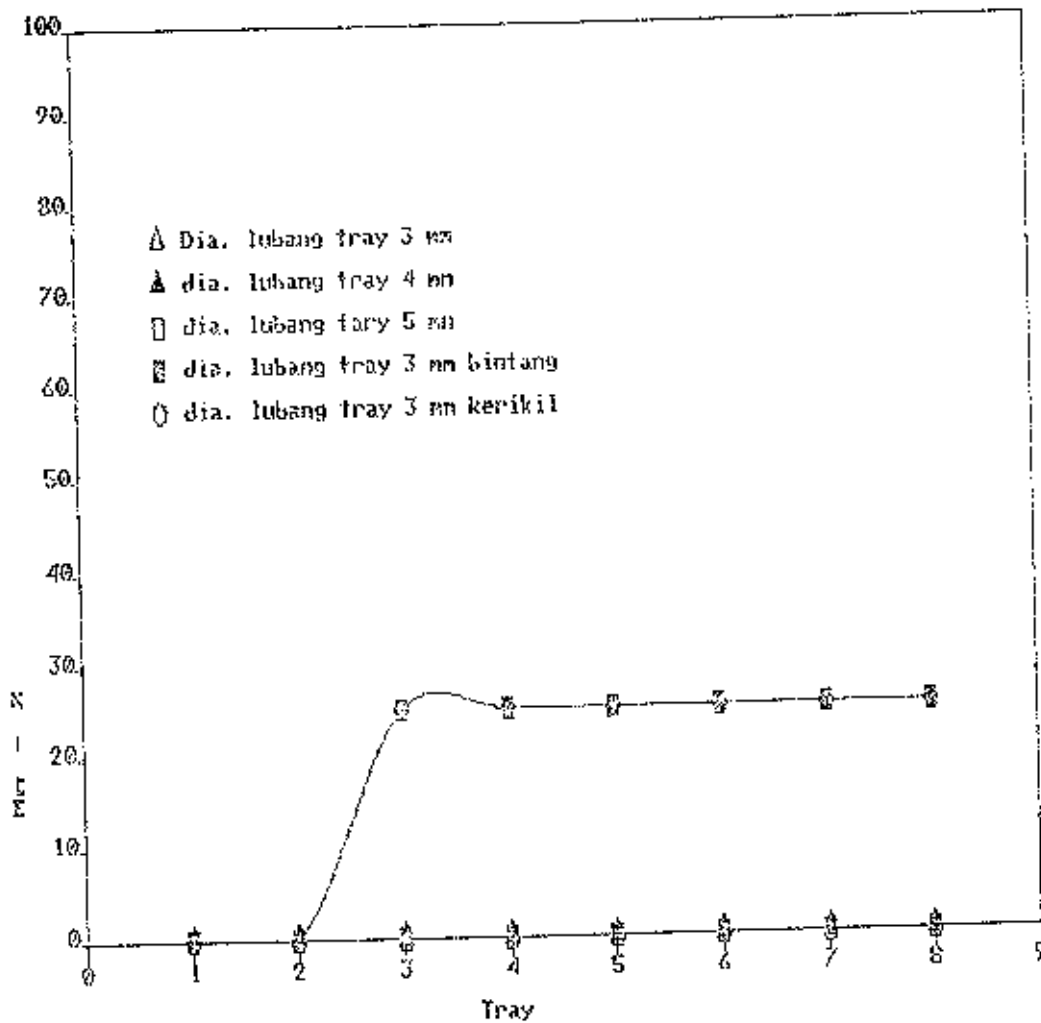
Grafik 5.85. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
pH : 7.8 suhu udara/air 28/25 C
pengendapan 30 menit



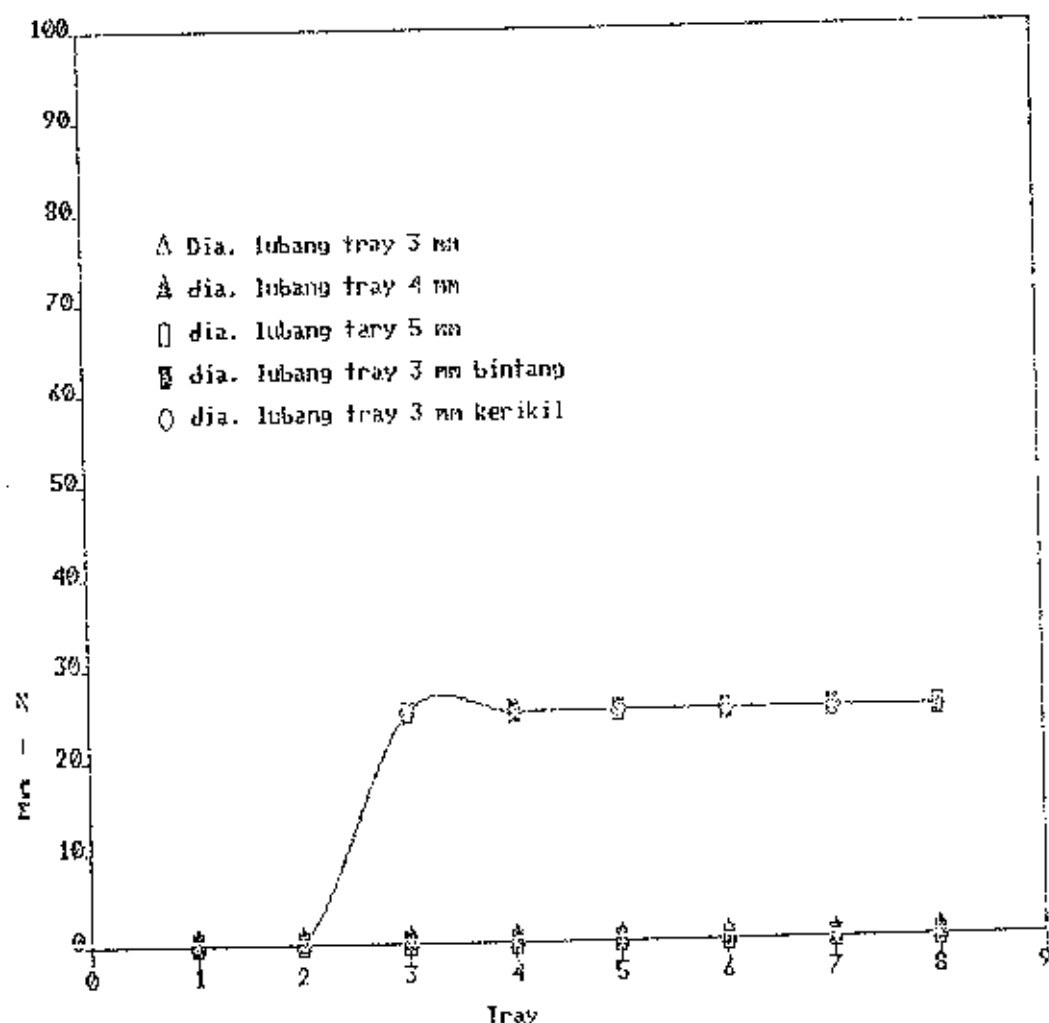
Grafik S.86. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana Q : 0.2 l/dt, Mn awal 0.200 mg/l
 pH : 7.8 suhu udara/air 28/25 C
 pengendapan 60 menit



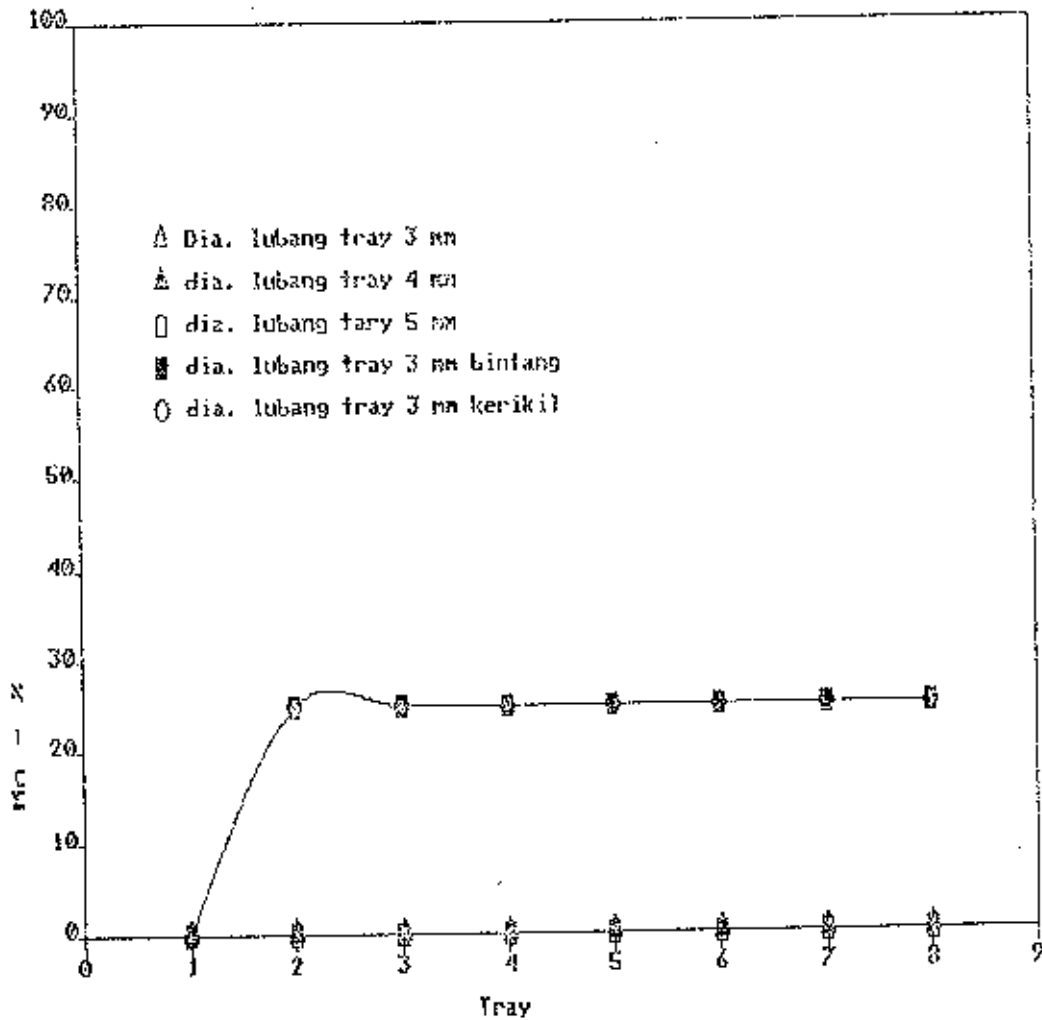
Grafik 5.87. : Hubungan antara tray dengan penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.8$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 90 menit.



Grafik 5.88. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.3$ suhu udara/air $28/25 \text{ C}$
 pengendapan 30 menit



Grafik 5.88. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.8$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 60 menit



Grafik 5.90. : Hubungan antara tray dengan % penurunan Mn
 dimana $Q : 0.2 \text{ l/dt}$, Mn awal 0.200 mg/l
 $\text{pH} : 7.8$ suhu udara/air $28/25 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 pengendapan 90 menit

5.5 Analisa data kandungan CO₂ Agresif

Kandungan CO₂ Agresif ditentukan dengan mengplot CO₂ bebas dengan HCO₃ pada diagram Tillmans. Sedangkan hasil pengeplotan ditampilkan dalam tabel 5.1 sampai tabel 5.3

bel 5.1 : Penurunan CO₂ agresif dengan tray aerator berdasarkan data-data dalam tabel L.20 sampai L.24 dengan kandungan CO₂ agresif awal 38.26 mg/l ..

Ø lubang tray	Tray							
	1	2	3	4	5	6	7	8
3 mm mg/l	25.94	17.14	10.54	5.92	2.4	-0.02	-0.02	-0.32
%	32.22	55.20	72.45	84.50	93.70	100	100	100
4 mm mg/l	26.82	18.46	11.86	7.24	3.28	0.86	-0.02	-0.02
%	29.90	51.75	69.40	81.07	91.40	97.75	100	100
5 mm mg/l	27.26	18.90	13.18	7.90	4.38	1.74	-0.46	-0.46
%	28.75	50.60	65.55	79.35	88.55	95.45	100	100
3 mm mg/l	25.50	16.26	9.50	5.04	1.52	-0.90	-0.90	-0.90
bintang %	33.35	57.50	74.90	86.82	96.72	100	100	100
3 mm mg/l	21.34	15.82	9.22	4.60	1.08	-0.90	-0.90	-0.90
kerikil %	44.22	58.65	75.90	87.97	97.17	100	100	100

Dari tabel 5.1 di atas kemudian diplotkan pada grafik 5.91 dan 5.92, sehingga didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- CO₂ agresif turun terus dengan bertambahnya jumlah tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Setelah melewati tray ke enam kandungan CO₂ sudah tidak agresif lagi, bahkan setelah melewati tray selanjutnya bisa

menjadi kondisi scale forming, karena nilai CO₂ bila diplot pada diagram Tilman sudah dibawah garis kesetimbangan dengan HCO₃, dengan ditandai nilai negatif.

- Penurunan CO₂ Agresif mencapai 100 % dengan berbagai ukuran diameter lubang tray.

Tabel 5.2 : Penurunan CO₂ agresif dengan tray aerator berdasarkan data-data dalam tabel L.25 sampai L.29 dengan kandungan CO₂ agresif awal 37.38 mg/l .

ϕ lubang tray			Tray							
			1	2	3	4	5	6	7	8
3 mm	mg/l	25.06	18.70	10.10	5.76	2.40	-0.46	-0.46	-0.46	
	%	32.95	55.32	72.98	84.75	93.57	100	100	100	
4 mm	mg/l	25.94	17.58	11.42	6.54	3.28	0.42	-0.02	-0.02	
	%	30.60	52.96	69.44	82.50	91.22	98.87	100	100	
5 mm	mg/l	26.82	12.46	12.30	7.90	4.38	1.52	-0.46	-0.46	
	%	28.25	50.61	67.09	78.86	88.28	95.93	100	100	
3 mm bintang	mg/l	24.62	13.82	9.22	4.82	1.08	-0.90	-0.90	-0.90	
	%	34.13	57.67	75.33	87.10	97.11	100	100	100	
3 mm kerikil	mg/l	24.18	15.38	8.78	4.38	0.64	-0.90	-0.90	-0.90	
	%	35.31	58.85	78.51	88.28	96.28	100	100	100	

Dari tabel 5.2 di atas kemudian diplotkan pada grafik 5.93 dan 5.94, sehingga didapatkan hal-hal sebagai berikut :

- CO₂ agresif turun terus dengan bertambahnya jumlah tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.
- Setelah melewati tray ke lima kandungan CO₂ sudah tidak

agresif lagi, bahkan setelah melewati tray selanjutnya bisa menjadi kondisi scale forming, karena nilai CO_2 bila diplot pada diagram Tilman sudah dibawah garis kesetimbangan dengan HCO_3 , dengan ditandai nilai negatif.

- Penurunan CO_2 Agresif mencapai 100 % dengan berbagai ukuran diameter lubang tray.

Tabel 5.3 : Penurunan CO_2 agresif dengan tray aerator berdasarkan data-data dalam tabel L.30 sampai L.34 dengan kandungan CO_2 agresif awal 34.94 mg/l .

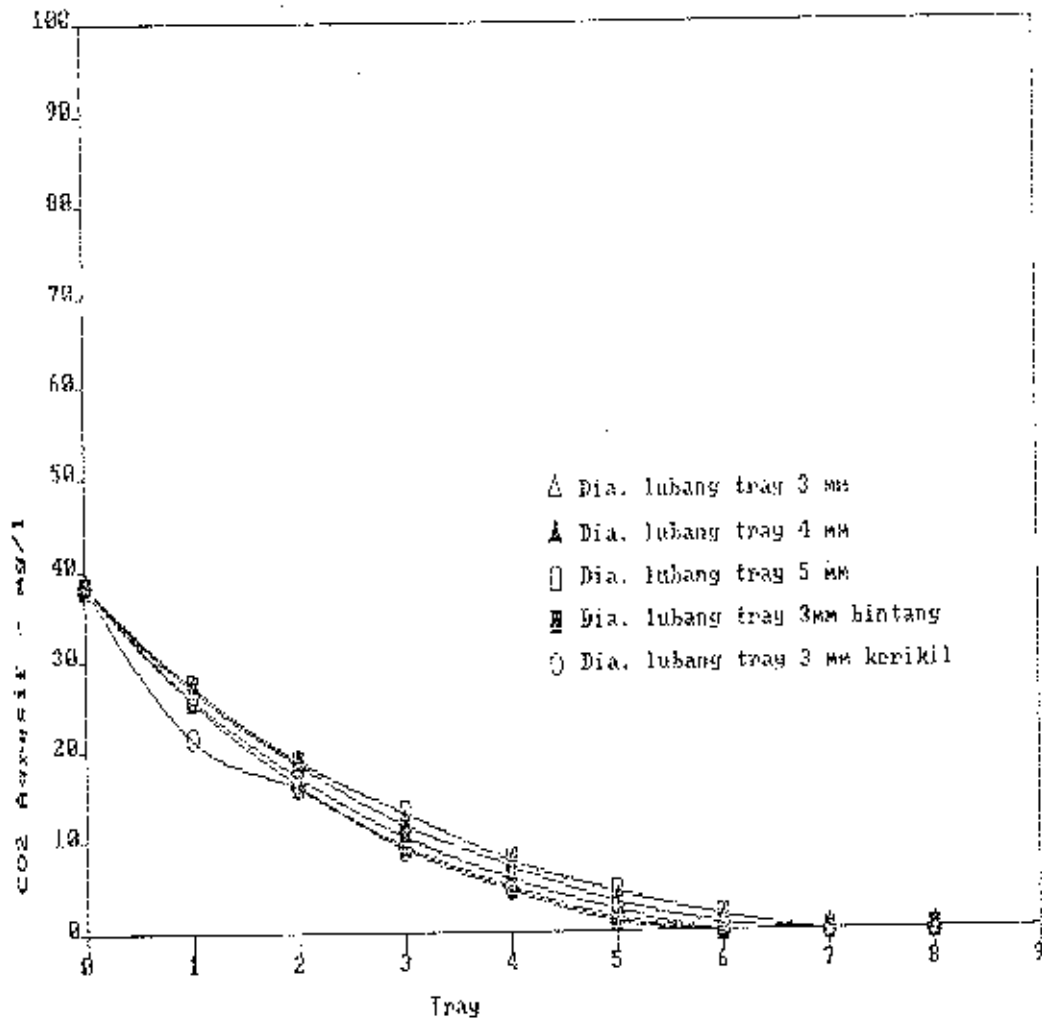
ϕ lubang tray	Tray							
	1	2	3	4	5	6	7	8
3 mm mg/l	23.10	15.50	9.00	4.60	1.74	-0.46	-0.46	-0.46
%	33.89	55.63	74.24	86.83	95.02	100	100	100
4 mm mg/l	24.38	16.26	10.10	4.70	2.40	-0.02	-0.02	-0.02
%	30.22	53.46	71.09	86.54	93.13	100	100	100
5 mm mg/l	25.06	17.70	11.84	7.02	0.86	-0.46	-0.46	-0.46
%	28.27	49.34	66.11	79.90	97.53	100	100	100
3 mm bintang mg/l	22.86	14.72	8.12	3.72	0.86	-0.90	-0.90	-0.90
%	34.57	57.87	76.76	89.35	97.53	100	100	100
3 mm kerikil mg/l	22.42	14.28	7.68	3.23	0.42	-0.90	-0.90	-0.90
%	35.83	59.13	78.02	93.61	98.74	100	100	100

Dari tabel 5.3 di atas kemudian diplotkan pada grafik 5.95 dan 5.96, sehingga didapatkan hal-hal sebagai berikut :

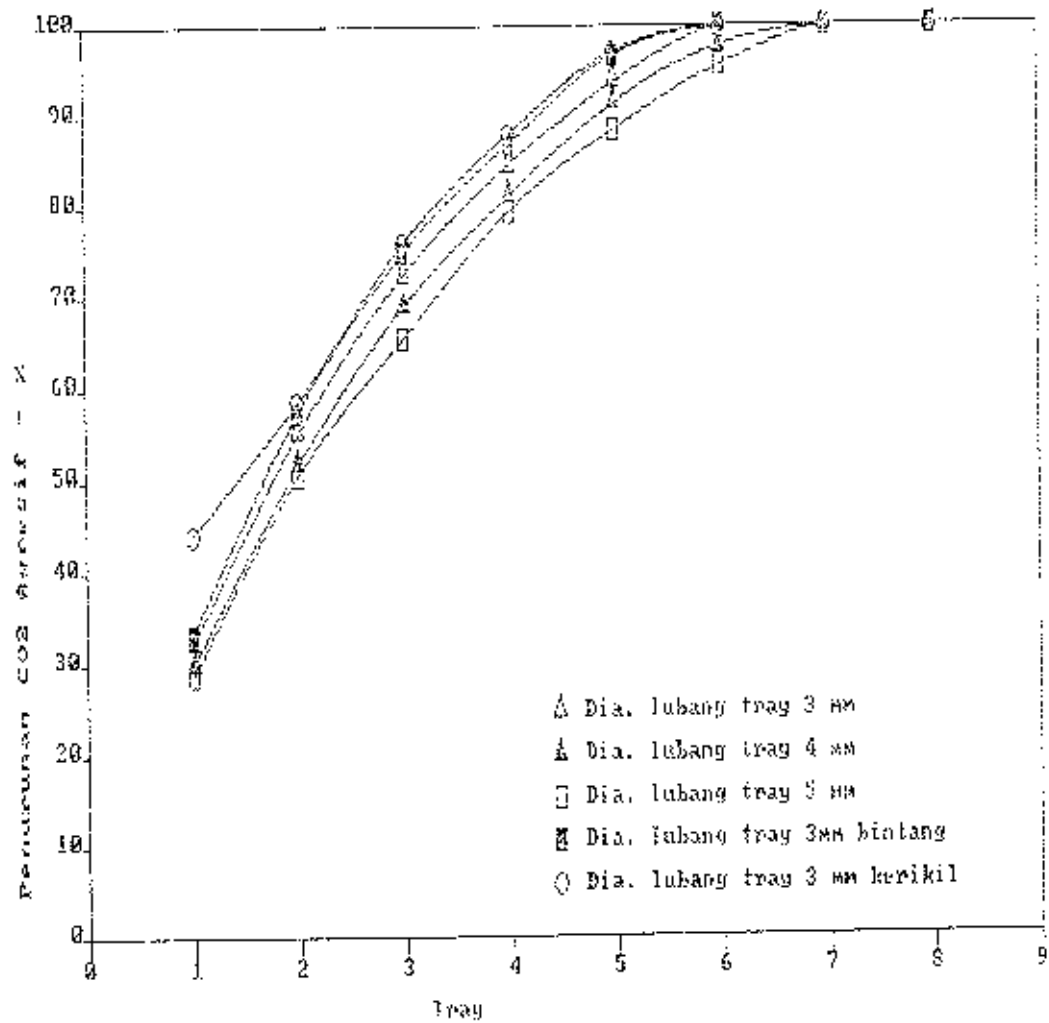
- CO_2 agresif turun terus dengan bertambahnya jumlah tray untuk berbagai ukuran diameter lubang tray.

Analisa data penelitian

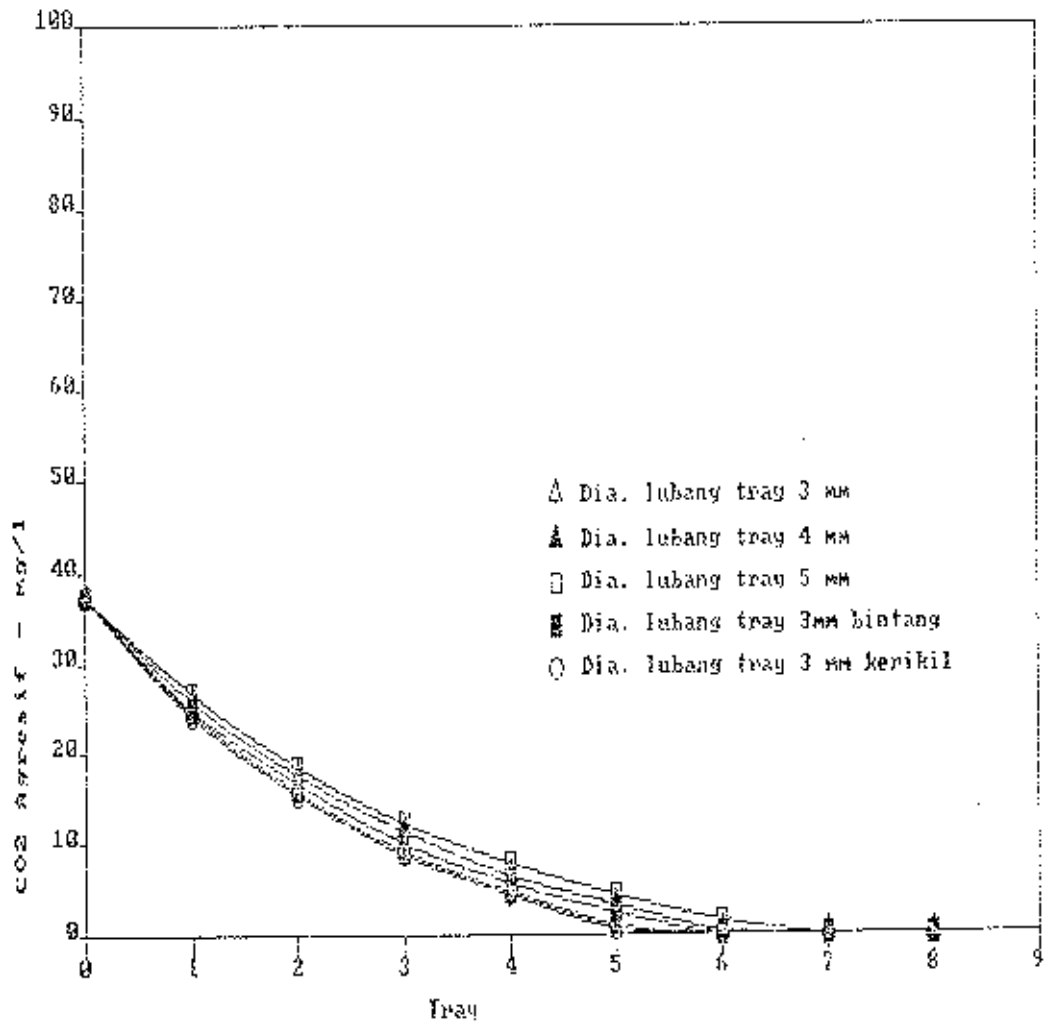
- Setelah melewati tray ke lima kandungan CO_2 sudah tidak agresif lagi, bahkan setelah melewati tray selanjutnya bisa menjadi kondisi scale forming, karena nilai CO_2 bila diplot pada diagram Tilman sudah dibawah garis kesetimbangan dengan HCO_3 , dengan ditandai nilai negatif
- Penurunan CO_2 Agresif mencapai 100 % dengan berbagai ukuran diameter lubang tray.



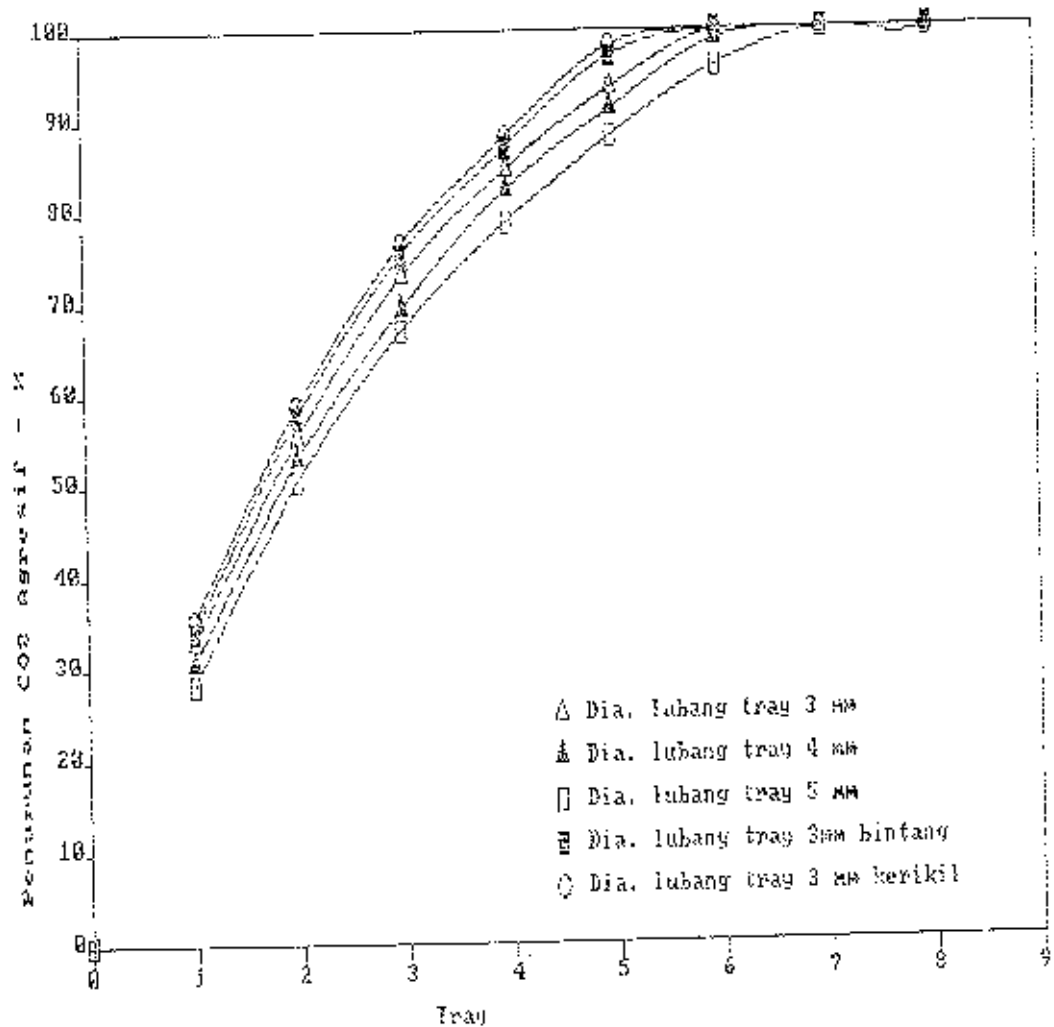
Grafik 5.91 : Hubungan antara penurunan CO2 agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.1



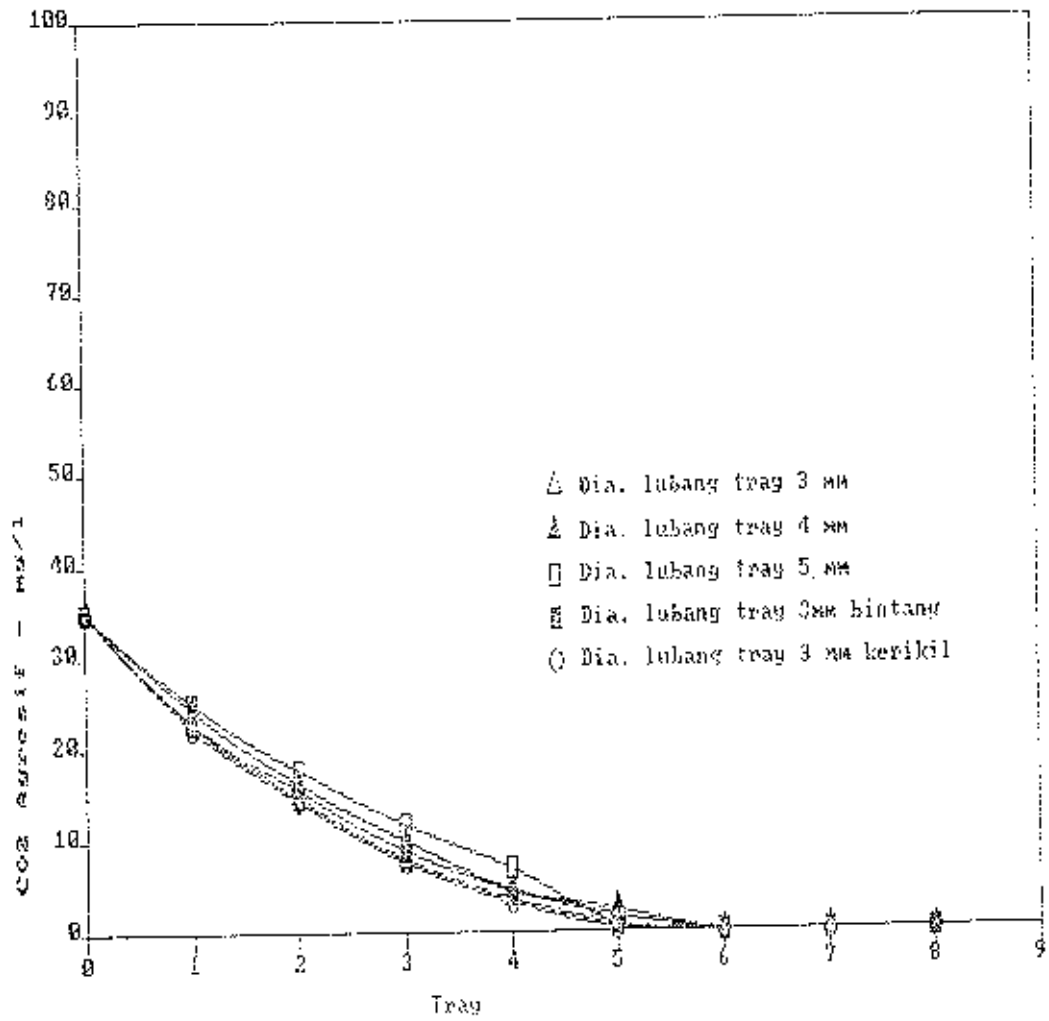
Grafik 5.92 : Hubungan antara efisiensi penurunan CO₂ agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.1



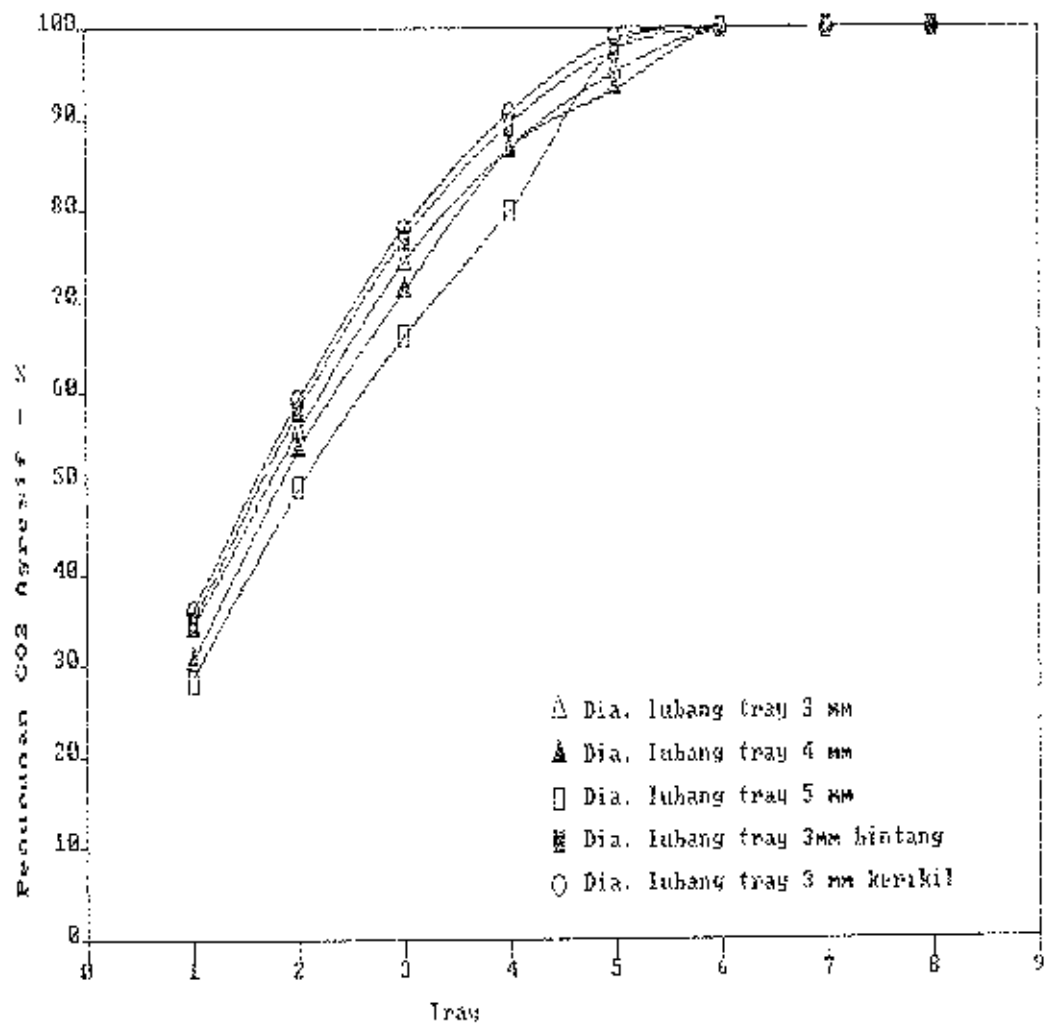
Grafik 5.93 : Hubungan antara penurunan CO2 agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.2



Grafik 5.94 : Hubungan antara efisiensi penurunan CO2 agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.2



Grafik 5.95 : Hubungan antara penurunan CO₂ agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.3



Grafik 5.96 : Hubungan antara efisiensi penurunan CO2 agresif dengan tray berdasarkan tabel 5.3

5.6. Analisa data masukan O₂ dan keluaran CO₂

Untuk melihat bagaimana masukan O₂ dan keluaran CO₂ selama aerasi dengan multiple tray aerator dengan pendekatan persamaan 2.7 yaitu persamaan untuk penyerapan gas dan dengan persamaan 2.8 yaitu persamaan untuk pelepasan gas.

Namun persamaan 2.7 yang sebelumnya berbentuk :

$$C_t = C_s - (C_s - C_o) 10^{-K(A/V)t} \quad \text{diubah menjadi}$$

$$C_t = C_s - (C_s - C_o) 10^{-k n}$$

dan persamaan 2.8 yang sebelumnya berbentuk :

$$C_t = C_s + (C_o - C_s) 10^{-K(A/V)t} \quad \text{diubah menjadi}$$

$$C_t = C_s + (C_o - C_s) 10^{-k n}$$

dimana menurut scott, nilai k equivalent dengan nilai $K(A/V)$

dan nilai n diperkirakan sebanding dengan nilai t.

Bila persamaan 2.7 dan 2.8 di logkan akan menjadi :

$$\log (C_s - C_o) / (C_s - C_t) = k.n \text{ dan } \log (C_o - C_s) / (C_t - C_s) = k.n$$

sedangkan nilai ini ditampilkan dalam tabel-tabel di bawah ini

Tabel 5.4 : Nilai $\log (C_s - C_o) / (C_s - C_n)$ dengan DO awal 1.6 mg/l suhu udara : 30°C, suhu air 27°C berdasarkan tabel L.5 sampai L.9

φ lubang tray	$\log \left[\frac{C_s - C_o}{C_s - C_n} \right]$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
φ 3 mm	0.139	0.259	0.407	0.759				
φ 4 mm	0.189	0.232	0.483	0.669	0.942			
φ 5 mm	0.088	0.129	0.223	0.361	0.516			
φ 3 mm btg	0.152	0.388	0.550	0.897				
φ 3 mm krk	0.237	0.346	0.550					

Tabel 5.5 : Nilai $\log (C_o - C_s) / (C_n - C_s)$ dengan CO_2 awal 46.2 mg/l
suhu udara : $30^{\circ}C$, suhu air $27^{\circ}C$ berdasarkan tabel
L.5 sampai L.9

ϕ lubang tray	$\log \left(\frac{C_o - C_s}{C_n - C_s} \right)$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ 3 mm	0.164	0.342	0.536	0.786	1.171	1.25		
ϕ 4 mm	0.150	0.321	0.488	0.706	1.040			
ϕ 5 mm	0.143	0.296	0.472	0.648	0.907			
ϕ 3 mm btg	0.168	0.346	0.540	0.793	0.117			
ϕ 3 mm krk	0.176	0.357	0.561	0.823				

Tabel 5.6 : Nilai $\log (C_s - C_o) / (C_s - C_n)$ dengan DO awal 1.6 mg/l
suhu udara : $30^{\circ}C$, suhu air $27^{\circ}C$ berdasarkan tabel
L.10 sampai L.14

ϕ lubang tray	$\log \left(\frac{C_s - C_o}{C_s - C_n} \right)$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ 3 mm	0.233	0.249	0.544	0.959	1.139			
ϕ 4 mm	0.139	0.226	0.361	0.583				
ϕ 5 mm	0.074	0.144	0.288	0.353				
ϕ 3 mm btg	0.154	0.730						
ϕ 3 mm krk	0.228	0.374	0.772					

Tabel 5.7 : Nilai $\log (C_o - C_s) / (C_n - C_s)$ dengan CO_2 awal 45.32 mg/l
suhu udara : $30^{\circ}C$, suhu air : $27^{\circ}C$ berdasarkan tabel
L.10 sampai L.14

Dari tabel	$\log \frac{C_o - C_s}{C_n - C_s}$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
L.10	0.163	0.343	0.554	0.788	1.235	1.330		
L.11	0.147	0.306	0.478	0.735	1.036			
L.12	0.140	0.296	0.462	0.654	0.939			
L.13	0.166	0.342	0.546	0.768	1.160			
L.14	0.176	0.357	0.561	0.823				

Tabel 5.8 : Nilai $\log (C_s - C_o) / (C_s - C_n)$ dengan DO awal 1.6 mg/l
suhu udara : $30^{\circ}C$, suhu air : $27^{\circ}C$ berdasarkan tabel
L.15 sampai L.19

ϕ lubang tray	$\log \frac{C_s - C_o}{C_s - C_n}$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ 3 mm	0.234	0.374	0.772	1.550	0.890	1.150		
ϕ 4 mm	0.137	0.243	0.430	0.640				
ϕ 5 mm	0.086	0.179	0.260	0.359				
ϕ 3 mm btg	0.161	0.550	0.897					
ϕ 3 mm krk	0.249	0.374	0.572	0.851				

Tabel 5.9 : Nilai $\log (C_o - C_s) / (C_n - C_s)$ dengan CO_2 awal 43.56 mg/l
suhu udara : $30^{\circ}C$, suhu air : $27^{\circ}C$ berdasarkan tabel
L.15 sampai L.19

ϕ lubang tray	$\log \frac{C_o - C_s}{C_n - C_s}$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ 3 mm	0.168	0.350	0.557	0.839	1.265			
ϕ 4 mm	0.153	0.328	0.521	0.773	1.106			
ϕ 5 mm	0.147	0.316	0.488	0.741	1.057			
ϕ 3 mm btg	0.174	0.356	0.562	0.845	1.270			
ϕ 3 mm krk	0.181	0.367	0.577	0.882	1.380			

Tabel 5.10: Nilai $\log (C_s - C_o) / (C_s - C_n)$ dengan DO awal 0.2 mg/l
suhu udara : $28^{\circ}C$, suhu air : $25^{\circ}C$ berdasarkan tabel
L.20 sampai L.24

ϕ lubang tray	$\log \frac{C_s - C_o}{C_s - C_n}$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ 3 mm	0.195	0.307	0.693	1.236				
ϕ 4 mm	0.131	0.236	0.440	0.721	1.537			
ϕ 5 mm	0.039	0.122	0.419	0.608	0.884	1.361		
ϕ 3 mm btg	0.247	0.376	0.645					
ϕ 3 mm krk	0.259	0.407	0.704					

Tabel 5.11: Nilai $\log (C_o - C_s) / (C_n - C_s)$ dengan CO_2 awal 45.76 mg/l suhu udara : $28^{\circ}C$, suhu air : $25^{\circ}C$ berdasarkan tabel L.20 sampai L.24

ϕ lubang tray	$\log \frac{C_o - C_s}{C_n - C_s}$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ 3 mm	0.168	0.348	0.559	0.809				
ϕ 4 mm	0.152	0.311	0.497	0.701	1.010	1.467		
ϕ 5 mm	0.145	0.301	0.453	0.665	0.903	1.240		
ϕ 3 mm btg	0.171	0.358	0.569	0.819	1.209			
ϕ 3 mm krk	0.178	0.369	0.587	0.860	1.310			

Tabel 5.12: Nilai $\log (C_s - C_o) / (C_s - C_n)$ dengan DO awal 0.2 mg/l suhu udara : $28^{\circ}C$, suhu air : $25^{\circ}C$ berdasarkan tabel L.25 sampai L.29

ϕ lubang tray	$\log \frac{C_s - C_o}{C_s - C_n}$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ 3 mm	0.236	0.320	0.608					
ϕ 4 mm	0.114	0.215	0.407	0.759	1.537			
ϕ 5 mm	0.053	0.131	0.440	0.662	0.935	1.537		
ϕ 3 mm btg	0.247	0.333	0.724					
ϕ 3 mm krk	0.270	0.347	0.807					

Tabel 5.13 : Nilai $\log (C_o - C_s) / (C_n - C_s)$ dengan CO_2 awal 44.88 mg/l suhu udara : $28^{\circ}C$, suhu air : $25^{\circ}C$ berdasarkan tabel L.25 sampai L.29

ϕ lubang tray	$\log \left[\frac{C_o - C_s}{C_n - C_s} \right]$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ 3 mm	0.171	0.343	0.554	0.788	1.120	1.280		
ϕ 4 mm	0.159	0.327	0.514	0.755	1.050			
ϕ 5 mm	0.142	0.301	0.472	0.655	0.903			
ϕ 3 mm btg	0.176	0.359	0.577	0.825	1.286			
ϕ 3 mm krk	0.183	0.371	0.597	0.860	1.310			

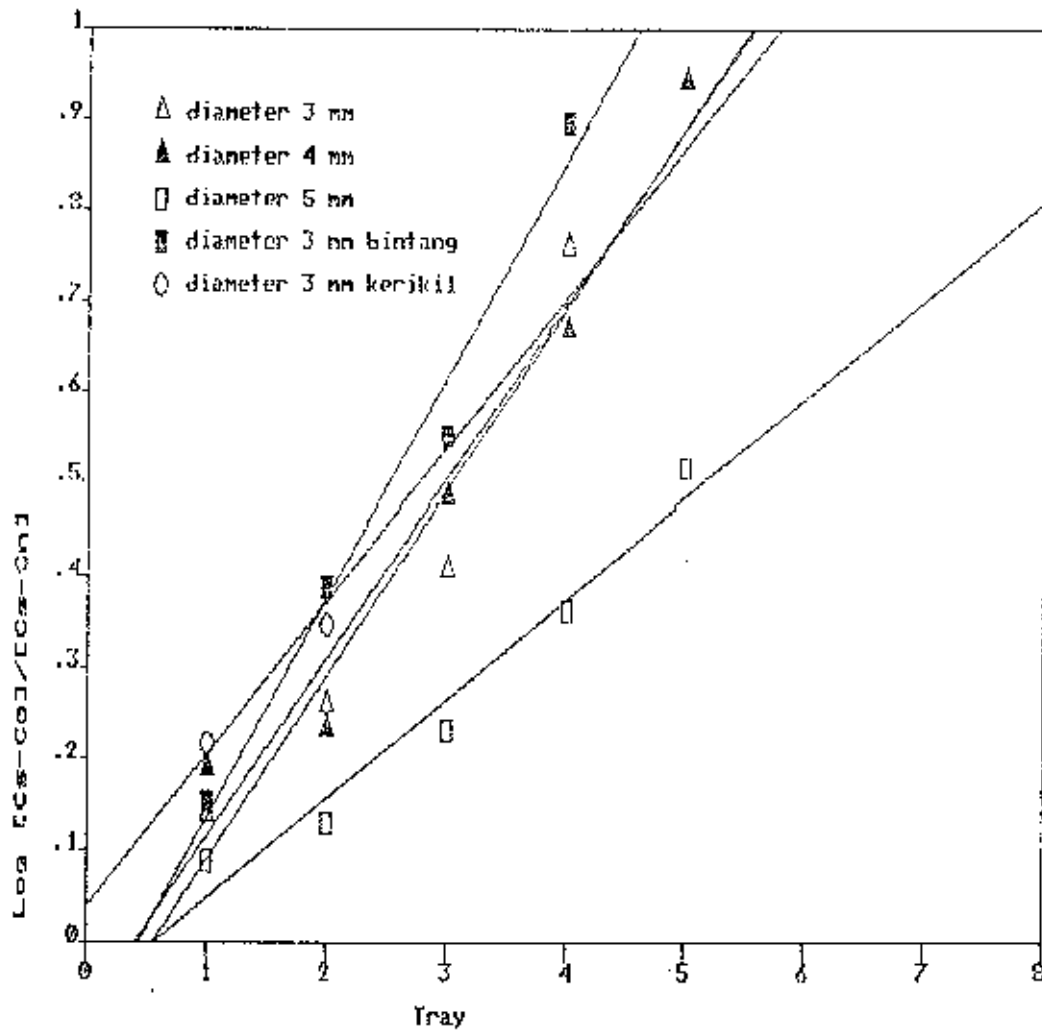
Tabel 5.14 : Nilai $\log (C_s - C_o) / (C_s - C_n)$ dengan DO awal 0.2 mg/l suhu udara : $28^{\circ}C$, suhu air : $25^{\circ}C$ berdasarkan tabel L.30 sampai L.34

ϕ lubang tray	$\log \left[\frac{C_s - C_o}{C_s - C_n} \right]$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ 3 mm	0.215	0.391	0.583	1.537	1.301	1.36		
ϕ 4 mm	0.157	0.270	0.496	0.724				
ϕ 5 mm	0.046	0.114	0.330	0.583				
ϕ 3 mm btg	0.226	0.407	0.708					
ϕ 3 mm krk	0.236	0.423	0.708					

Tabel 5.15 : Nilai $\log (C_o - C_s) / (C_n - C_s)$ dengan C_{O2} awal 42.44 mg/l suhu udara : 28°C , suhu air : 25°C berdasarkan tabel L.30 sampai L.34

ϕ lubang tray	$\log \left[\frac{C_o - C_s}{C_n - C_s} \right]$							
	Tray (n)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ 3 mm	0.173	0.343	0.573	0.844	1.206			
ϕ 4 mm	0.156	0.332	0.538	0.869	1.159			
ϕ 5 mm	0.148	0.306	0.491	0.715	1.040			
ϕ 3 mm btg	0.178	0.360	0.599	0.889	1.308			
ϕ 3 mm krk	0.186	0.373	0.620	0.933	1.430			

Dengan mengeplot nilai $\log (C_s - C_o) / (C_s - C_t)$ dan $\log (C_o - C_s) / (C_t - C_s)$ pada sumbu Y dan nilai n pada sumbu X, akan didapatkan slope sebagai nilai k. Dan pengeplotan untuk tabel 5.4 sampai 5.15 diatas ditampilkan dalam grafik 5.97 sampai 5.108 .



Grafik 5.97 : Hubungan antara nilai $\log (Cs-Co)/(Cs-Cn)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.4

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(-1.110E-01) + (2.008E-01)*X$$

$$\text{THE VARIANCE} = 3.751E-03$$

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-7.990E-02) + (1.943E-01)*X$$

$$\text{THE VARIANCE} = 3.030E-03$$

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-6.120E-02) + (1.038E-01)*X$$

$$\text{THE VARIANCE} = 9.513E-04$$

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

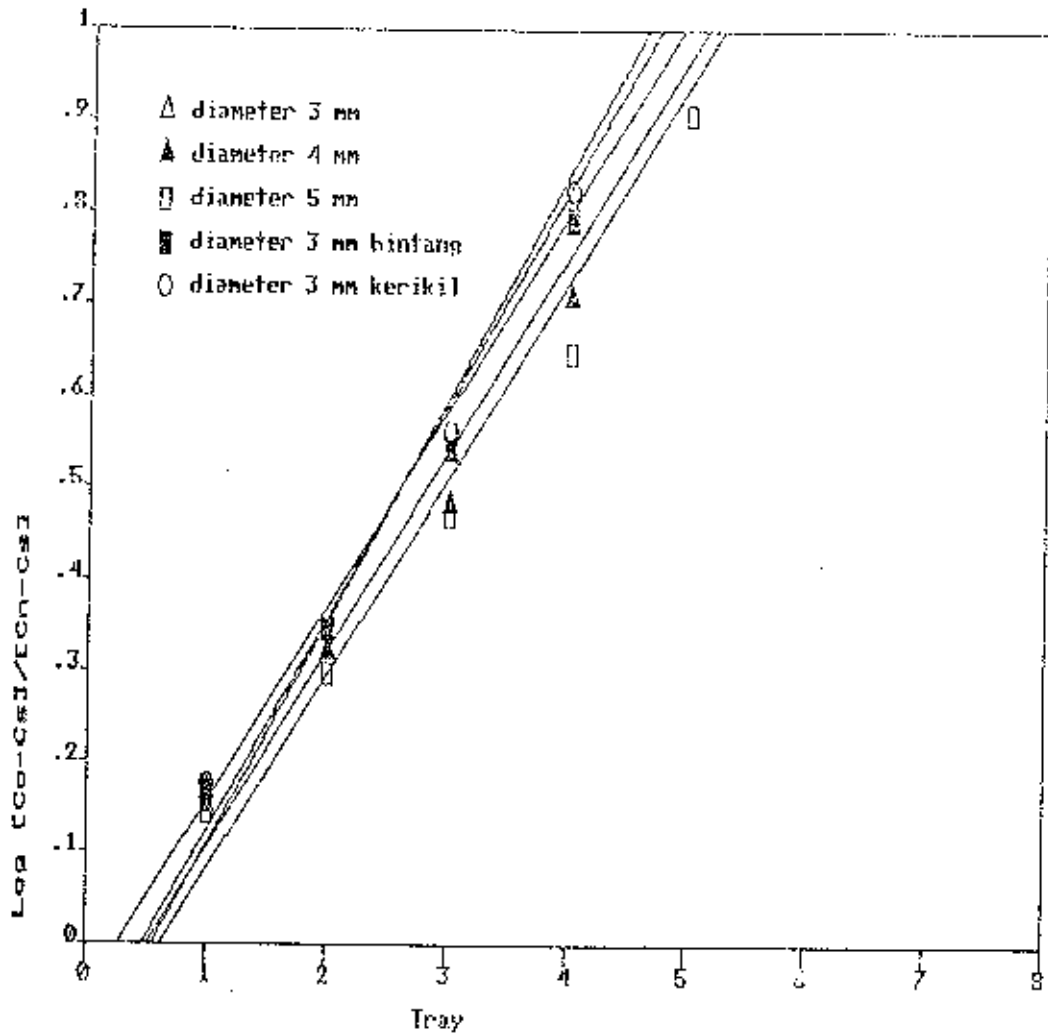
$$(-1.025E-01) + (2.397E-01)*X$$

$$\text{THE VARIANCE} = 1.609E-03$$

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(3.800E-02) + (1.665E-01)*X$$

$$\text{THE VARIANCE} = 3.125E-04$$



Grafik 5.9a : Hubungan antara nilai $\log (C_0 - C_m) / (C_l - C_0)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.5

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(-1.376E-01) + (2.458E-01) * X$$

THE VARIANCE - 3.443E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-1.101E-01) + (2.165E-01) * X$$

THE VARIANCE - 2.499E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-1.351E-01) + (2.155E-01) * X$$

THE VARIANCE - 3.572E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

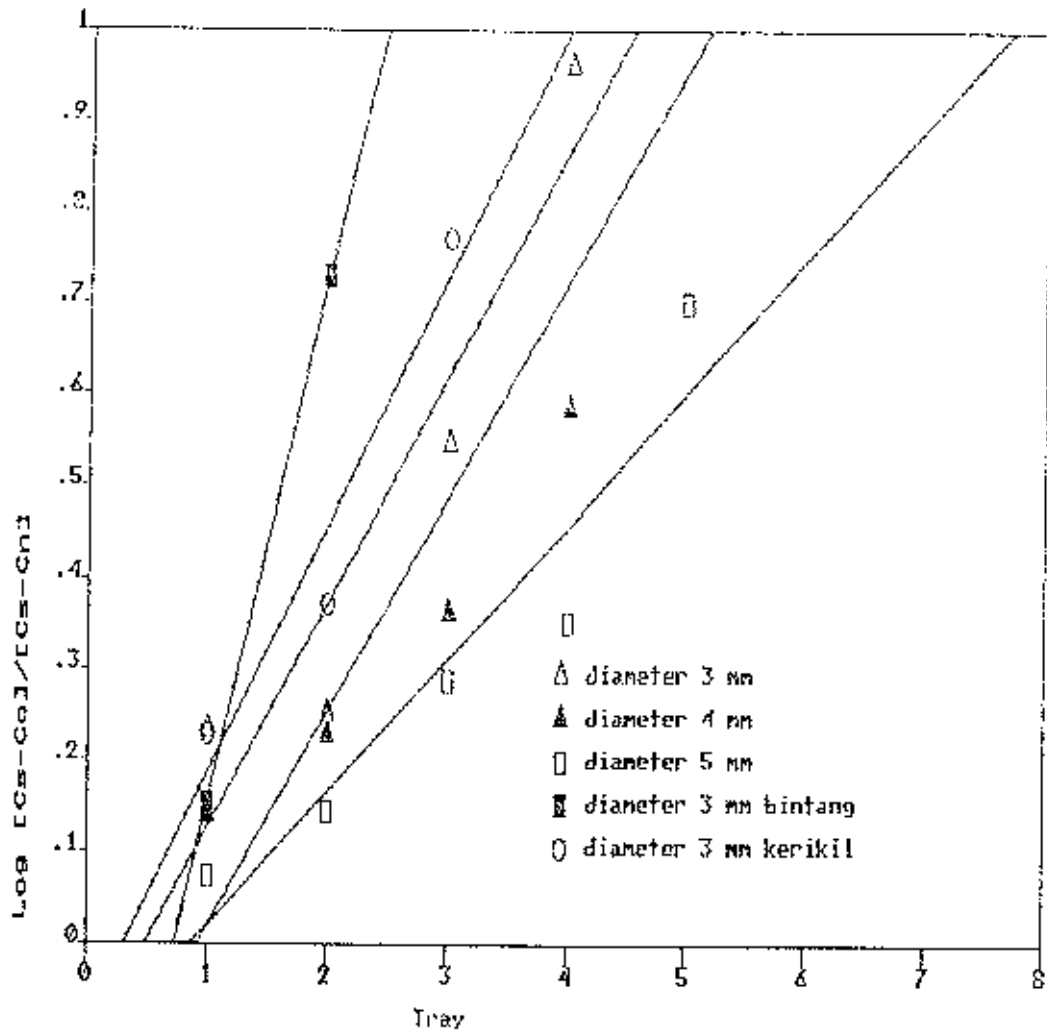
$$(-1.107E-01) + (2.345E-01) * X$$

THE VARIANCE - 1.023E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(-5.700E-02) + (2.145E-01) * X$$

THE VARIANCE - 4.254E-04



Grafik 5.99 : Hubungan antara nilai $\log [(Cs-Co)/(Cs-Cn)]$ dengan tray berdasarkan tabel 5.6

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(-1.220E-01) + (2.473E-01) \cdot X$$

THE VARIANCE - 1.027E-02

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-2.175E-01) + (2.357E-01) \cdot X$$

THE VARIANCE - 1.677E-02

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-1.261E-01) + (1.459E-01) \cdot X$$

THE VARIANCE - 4.805E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

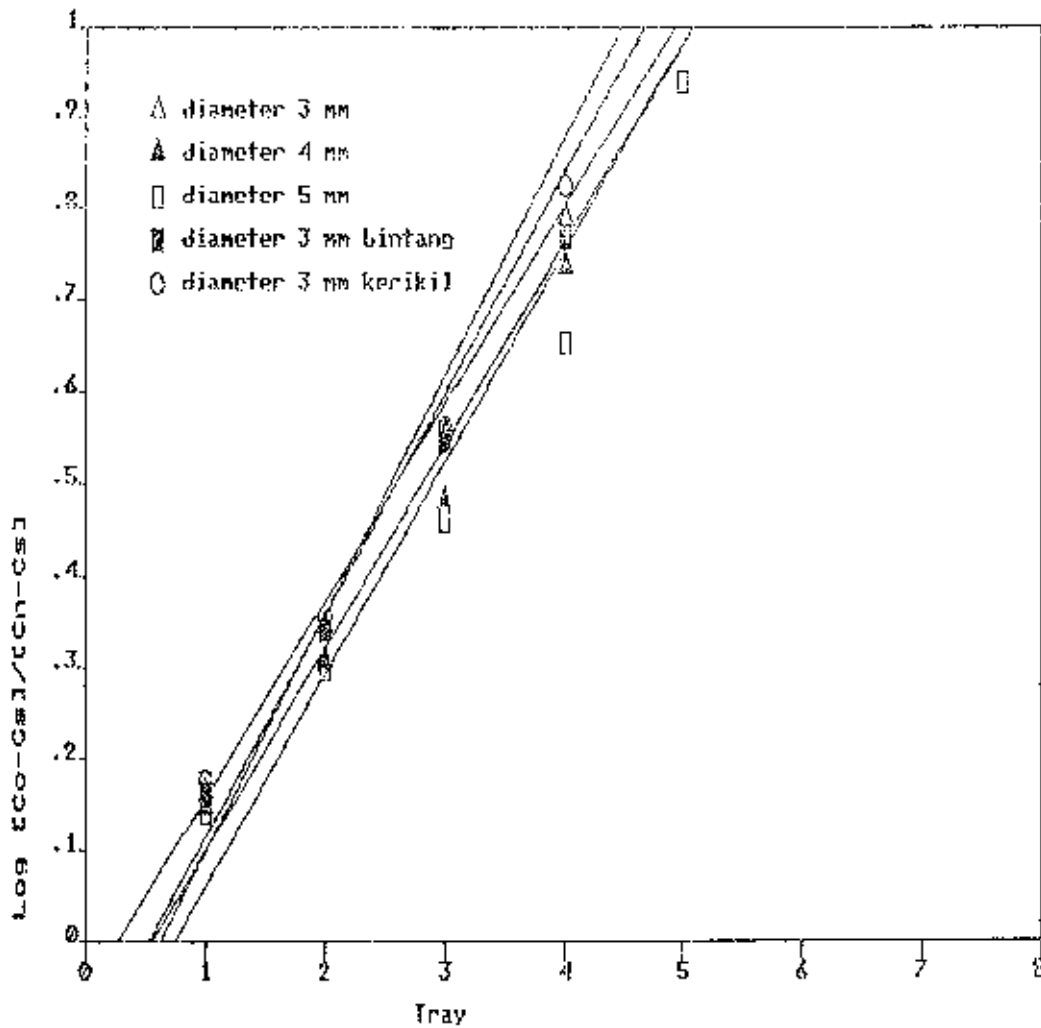
$$(-4.220E-01) + (5.760E-01) \cdot X$$

THE VARIANCE - 1.776E-15

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(-8.600E-02) + (2.720E-01) \cdot X$$

THE VARIANCE - 3.528E-03



Grafik 5.100 : Hubungan antara nilai $\log \frac{C_o - C_s}{C_l - C_o}$ dengan tray berdasarkan tabel 5.7

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(-1.601E-01) + (2.589E-01) * X$$

THE VARIANCE - 5.207E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-1.217E-01) + (2.207E-01) * X$$

THE VARIANCE - 2.001E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-1.703E-01) + (2.306E-01) * X$$

THE VARIANCE - 5.845E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

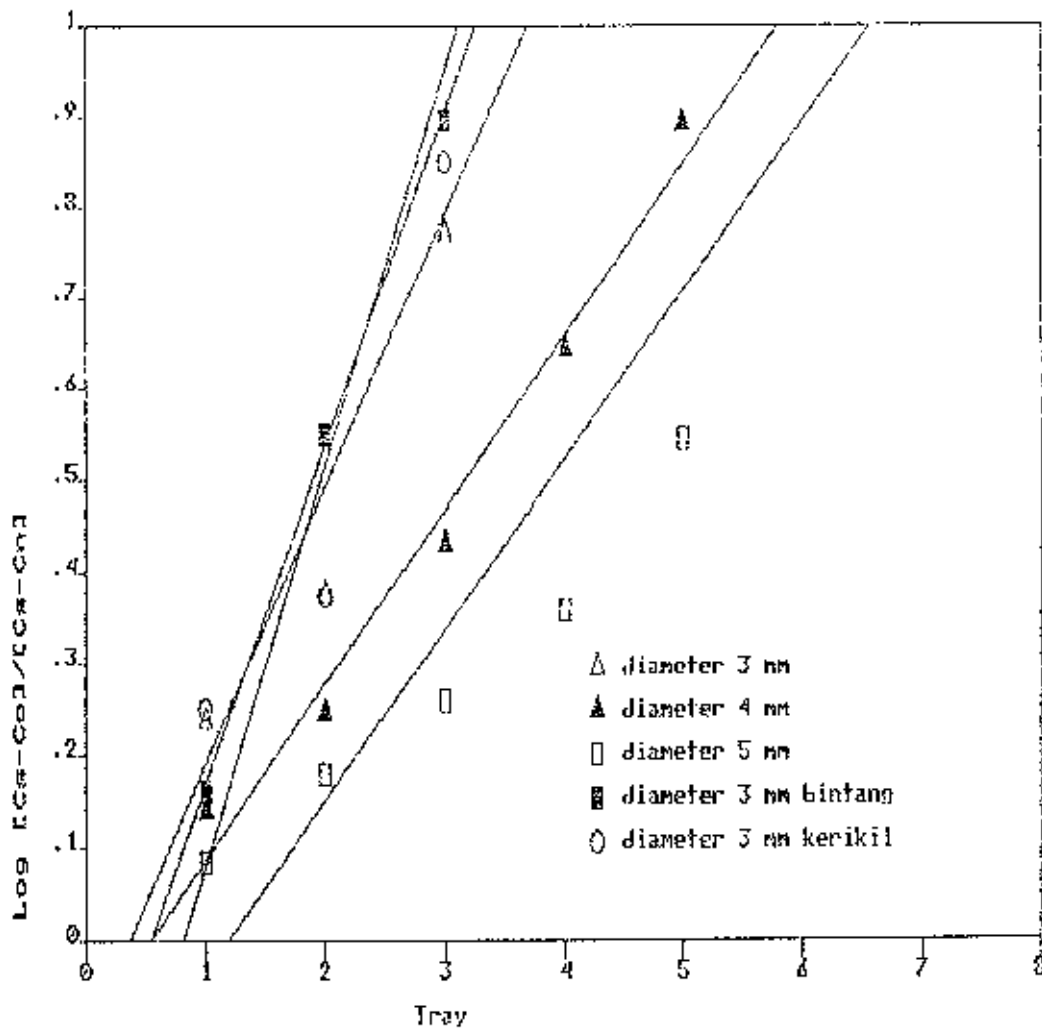
$$(-1.278E-01) + (2.414E-01) * X$$

THE VARIANCE - 3.371E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(-5.700E-02) + (2.145E-01) * X$$

THE VARIANCE - 4.254E-04



Grafik 5.101 : Hubungan antara nilai $\log (Cs-Co)/(Cs-Cu)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.8

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(-3.540E-01) + (4.340E-01)*X$$

THE VARIANCE - 2.563E-02

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-1.029E-01) + (1.903E-01)*X$$

THE VARIANCE - 1.431E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-2.217E-01) + (1.861E-01)*X$$

THE VARIANCE - 2.342E-02

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

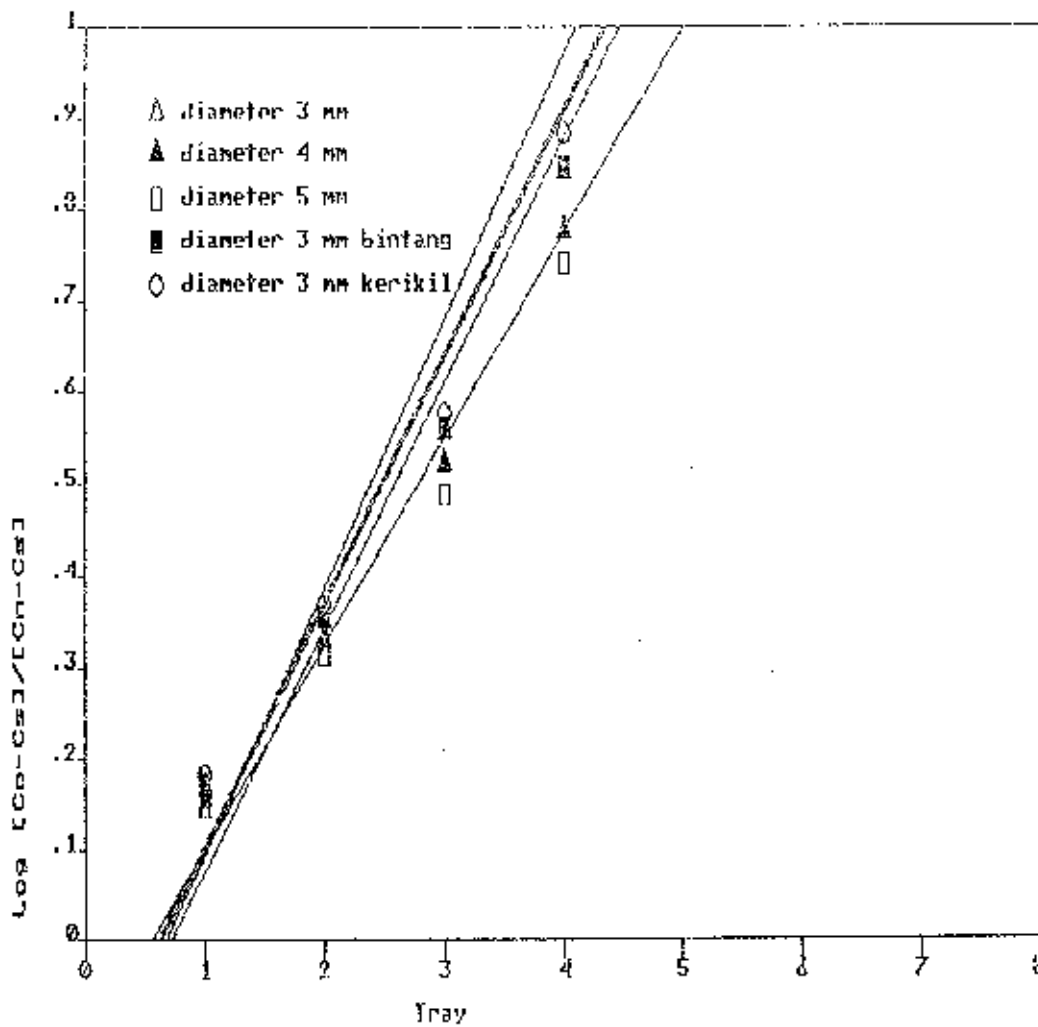
$$(-2.000E-01) + (3.600E-01)*X$$

THE VARIANCE - 9.800E-05

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(-1.107E-01) + (3.010E-01)*X$$

THE VARIANCE - 6.894E-03



Grafik 5.102 : Hubungan antara nilai $\log (Co-Cs)/(Cl-Co)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.9

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(-1.691E-01) + (2.683E-01)*X$$

THE VARIANCE - 4.812E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-1.927E-01) + (2.669E-01)*X$$

THE VARIANCE - 7.902E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-1.237E-01) + (2.245E-01)*X$$

THE VARIANCE - 2.107E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

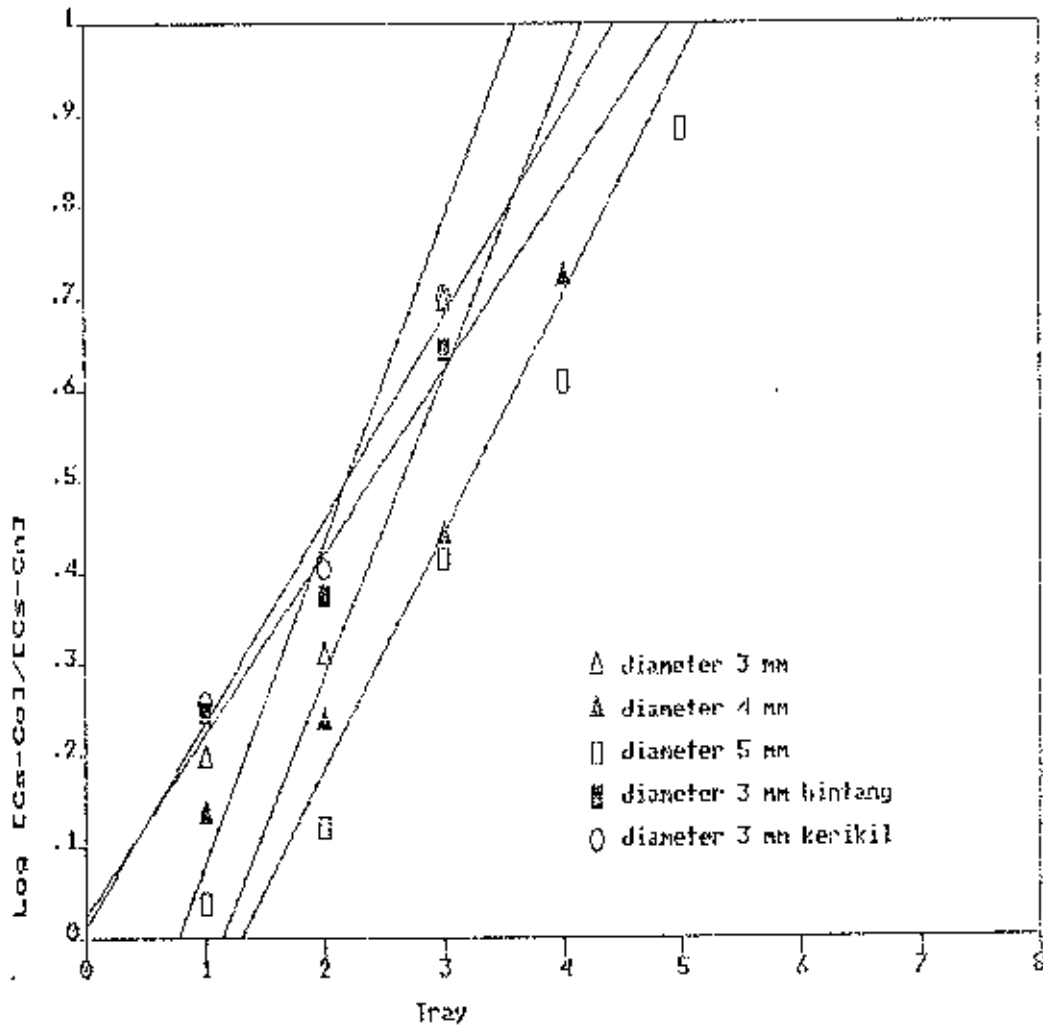
$$(-1.629E-01) + (2.801E-01)*X$$

THE VARIANCE - 4.807E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(-1.965E-01) + (2.913E-01)*X$$

THE VARIANCE - 7.958E-03



Grafik 5.103 : Hubungan antara nilai $\log (Cs-Ca)/(Cs-Cn)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.10

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(-2.695E-01) + (3.509E-01)*X$$

THE VARIANCE - 1.178E-02

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-3.761E-01) + (3.297E-01)*X$$

THE VARIANCE - 3.656E-02

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-3.363E-01) + (2.596E-01)*X$$

THE VARIANCE - 8.676E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

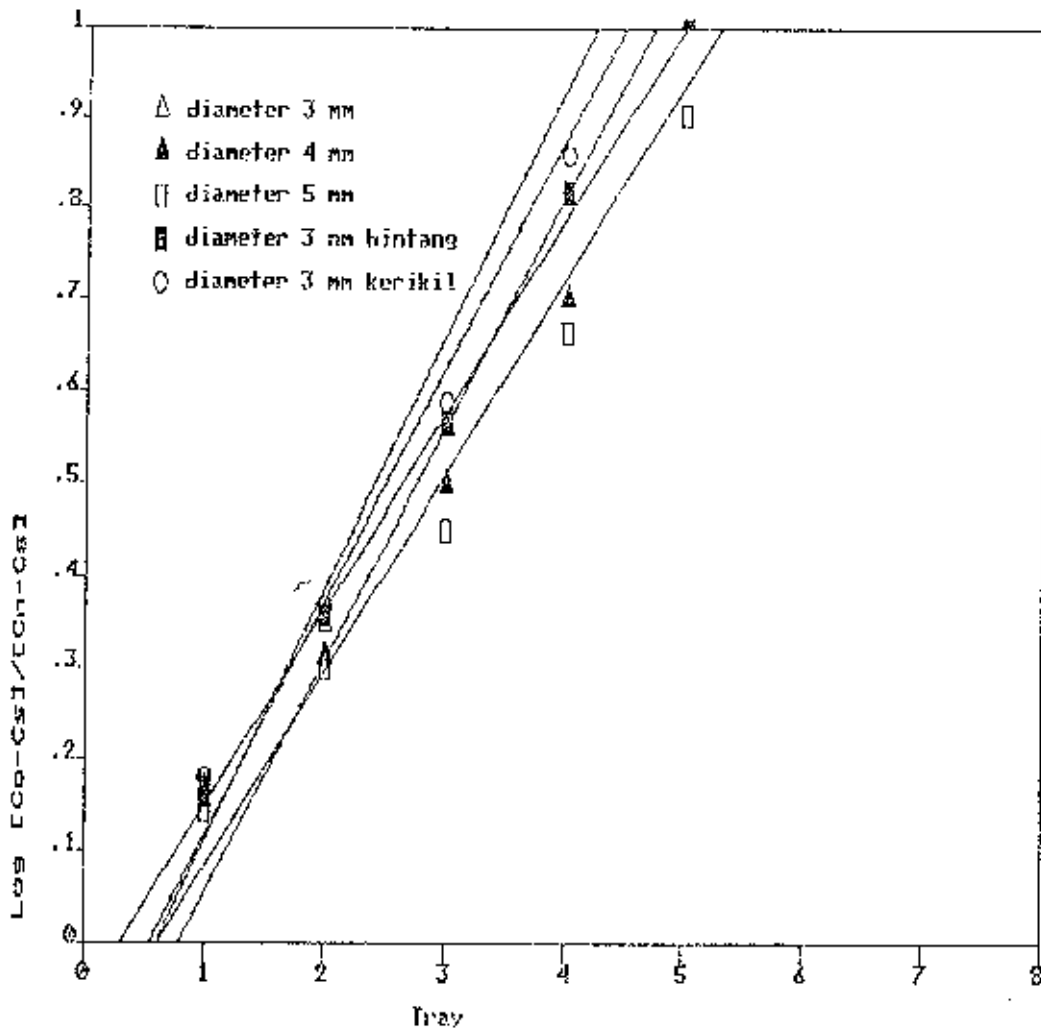
$$(2.467E-02) + (1.990E-01)*X$$

THE VARIANCE - 1.089E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(1.167E-02) + (2.225E-01)*X$$

THE VARIANCE - 1.233E-03



Grafik 5.104 : Hubungan antara nilai $\log \frac{[Co-Cs]}{[Ct-Co]}$ dengan tray berdasarkan tabel 5.11

REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(-6.250E-02) + (2.134E-01)*X$$

$$\text{THE VARIANCE} = 3.071E-04$$

REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-1.979E-01) + (2.536E-01)*X$$

$$\text{THE VARIANCE} = 8.519E-03$$

REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-1.315E-01) + (2.141E-01)*X$$

$$\text{THE VARIANCE} = 3.281E-03$$

REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

$$(-1.359E-01) + (2.537E-01)*X$$

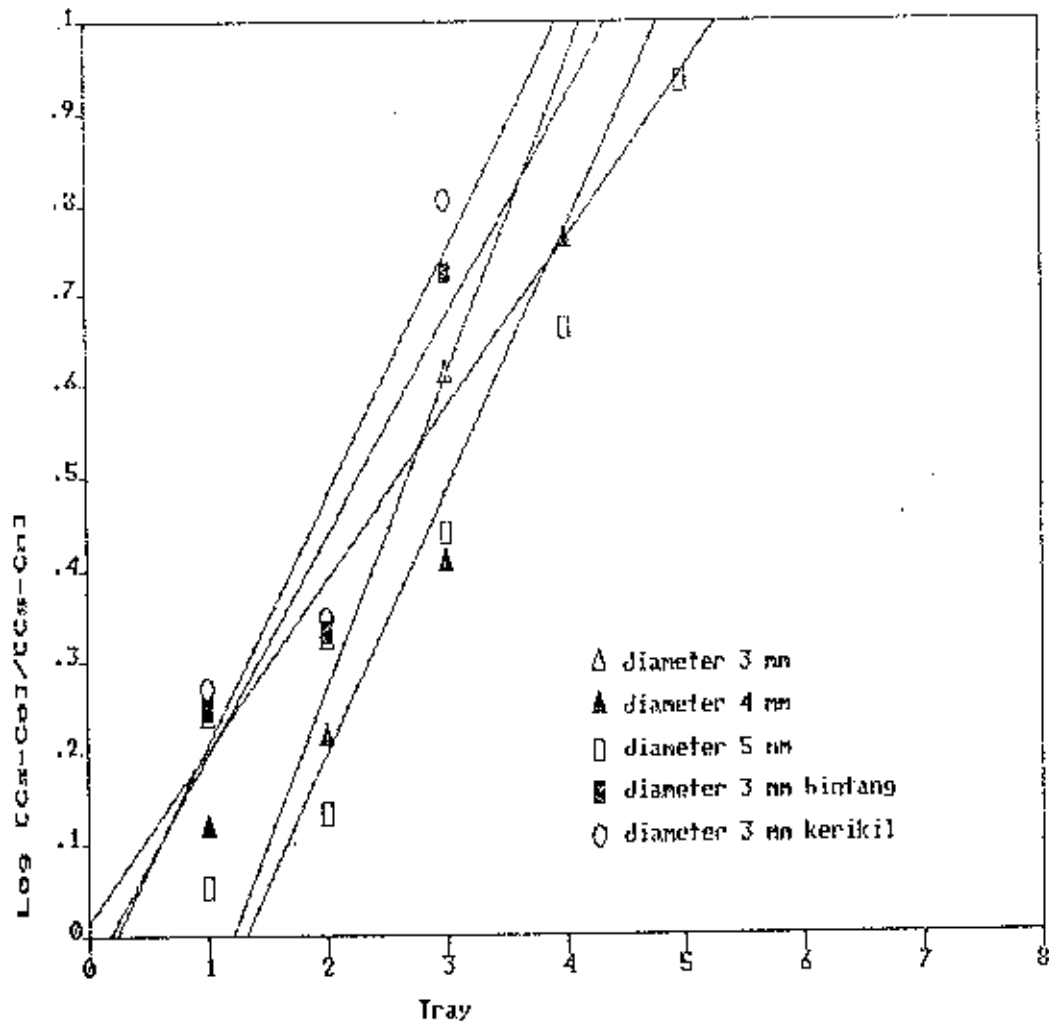
$$\text{THE VARIANCE} = 3.119E-03$$

REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(-1.657E-01) + (2.755E-01)*X$$

$$\text{THE VARIANCE} = 5.166E-03$$

$$V = 1.57$$



Grafik 5.105 : Hubungan antara nilai $\log (Cs-Co)/(Cs-Cn)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.12

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(1.600E-02) + (1.060E-01)*X$$

THE VARIANCE - 2.312E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-4.106E-01) + (3.390E-01)*X$$

THE VARIANCE - 3.510E-02

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-3.791E-01) + (2.873E-01)*X$$

THE VARIANCE - 1.510E-02

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

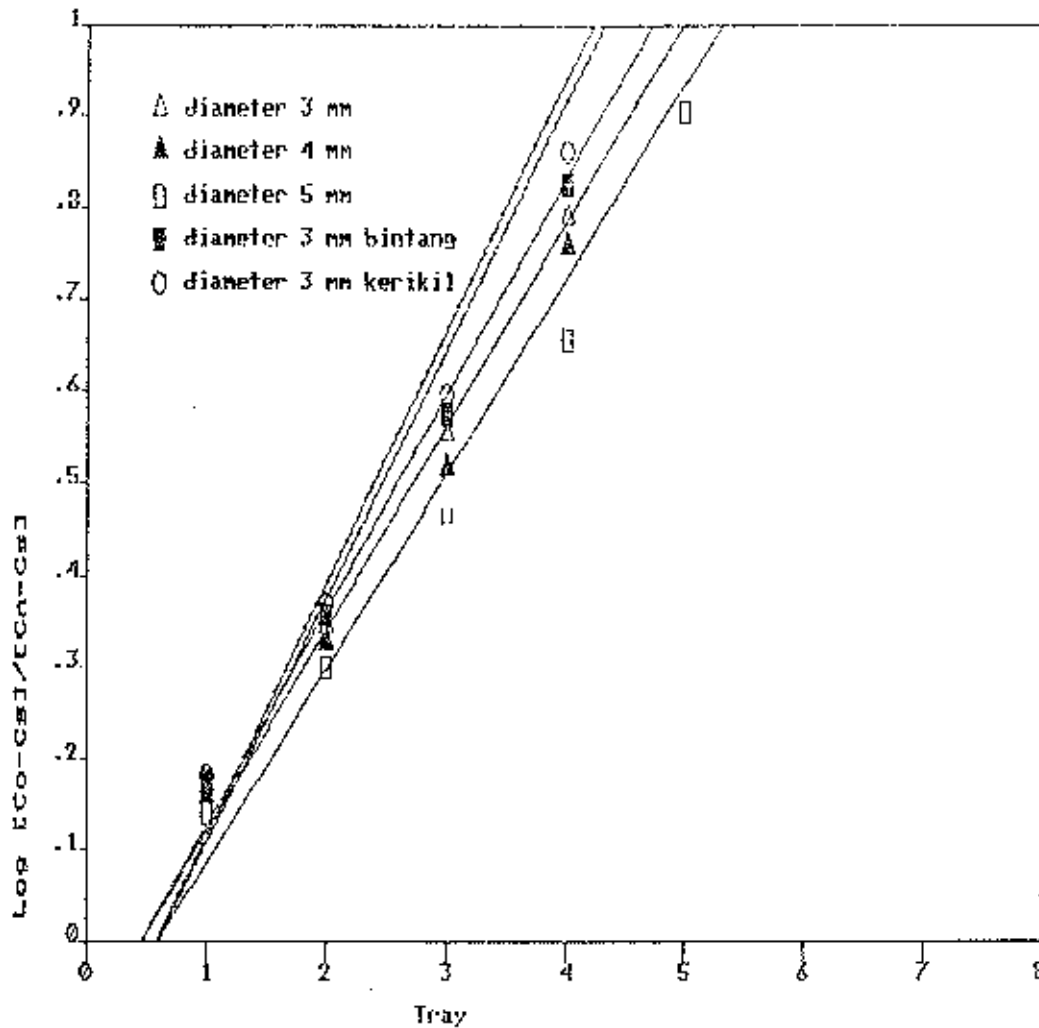
$$(-4.233E-02) + (2.385E-01)*X$$

THE VARIANCE - 5.169E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(-6.233E-02) + (2.685E-01)*X$$

THE VARIANCE - 8.149E-03



Grafik 5.108 : Hubungan antara nilai $\log (Co-Cs)/(Ct-Co)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.13

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(-1.077E-01) + (2.343E-01)*X$$

THE VARIANCE - 1.774E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-1.020E-01) + (2.210E-01)*X$$

THE VARIANCE - 1.383E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-1.257E-01) + (2.123E-01)*X$$

THE VARIANCE - 2.849E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

$$(-1.612E-01) + (2.686E-01)*X$$

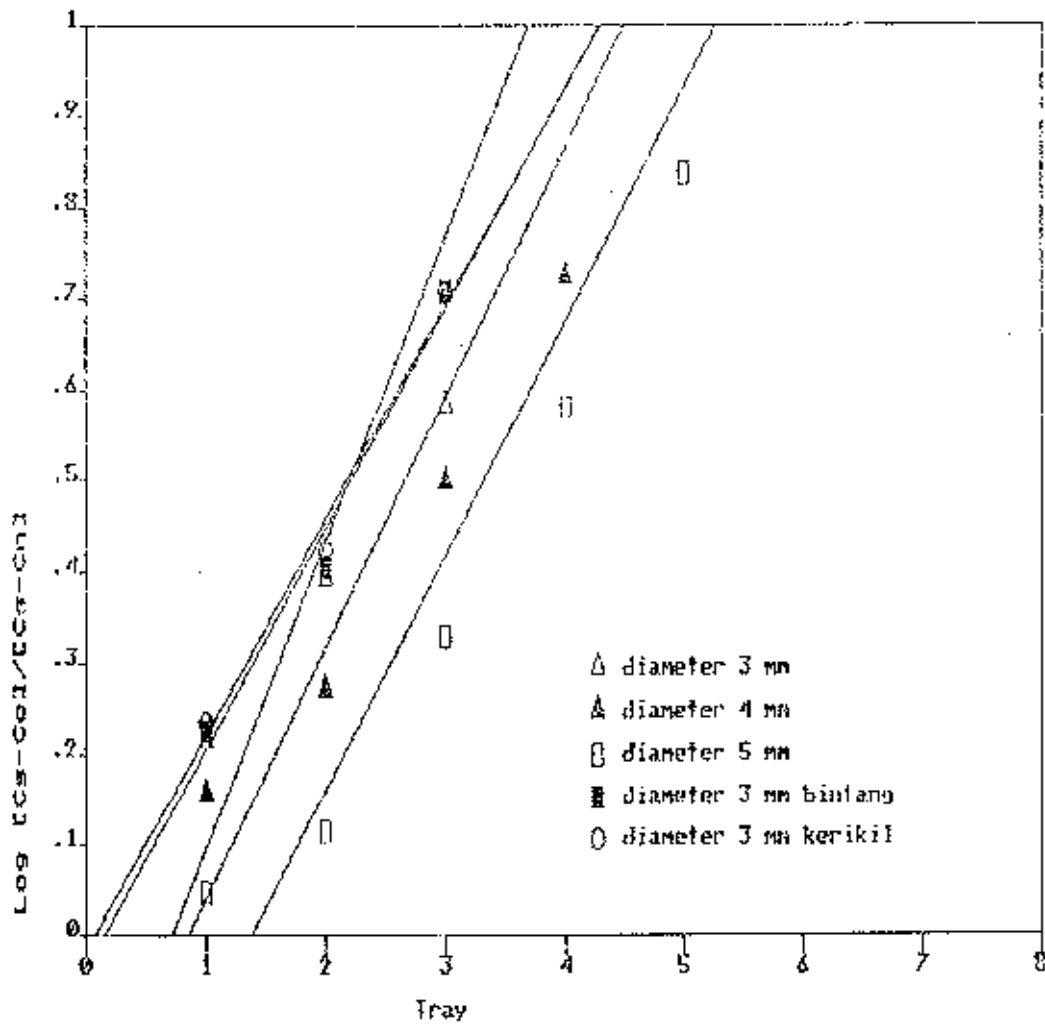
THE VARIANCE - 5.640E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(-1.587E-01) + (2.743E-01)*X$$

THE VARIANCE - 5.005E-03

Analisa data penelitian



Grafik 5.107 : Hubungan antara nilai log $\frac{(Cs-Co)}{(Cs-Cn)}$

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 - dengan tray berdasarkan tabel 5.14

$$(-2.408E-01) + (3.354E-01)*X$$

THE VARIANCE - 1.406E-02

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-2.330E-01) + (2.742E-01)*X$$

THE VARIANCE - 1.407E-02

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-3.543E-01) + (2.570E-01)*X$$

THE VARIANCE - 1.277E-02

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

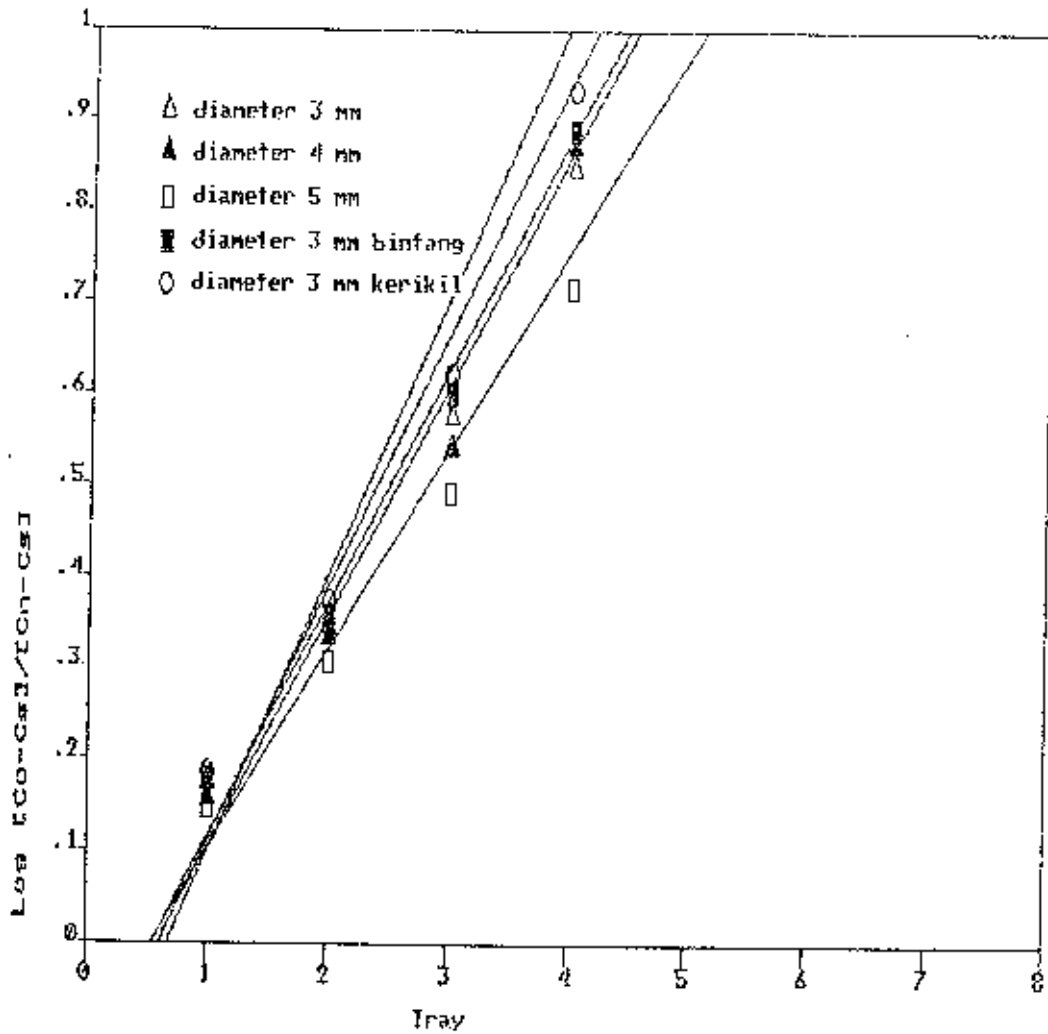
$$(-3.500E-02) + (2.410E-01)*X$$

THE VARIANCE - 8.000E-04

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(-1.633E-02) + (2.360E-01)*X$$

THE VARIANCE - 5.336E-04



Grafik 5.108 : hubungan antara nilai $\log (Co-Cs)/(Ct-Co)$ dengan tray berdasarkan tabel 5.15

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 1 -

$$(-1.473E-01) + (2.567E-01)*X$$

THE VARIANCE - 2.613E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 2 -

$$(-1.521E-01) + (2.543E-01)*X$$

THE VARIANCE - 2.076E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 3 -

$$(-1.179E-01) + (2.193E-01)*X$$

THE VARIANCE - 2.104E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 4 -

$$(-1.699E-01) + (2.739E-01)*X$$

THE VARIANCE - 4.061E-03

THE REGRESSION POLYNOMIAL OF LINE 5 -

$$(-2.060E-01) + (3.048E-01)*X$$

THE VARIANCE - 7.066E-03

Berdasarkan grafik 5.97 sampai 5.108 didapatkan nilai k untuk berbagai diameter lubang tray yang ditampilkan dalam tabel 5.16 di bawah ini.

Tabel 5.16 : nilai k untuk masukan O_2 dan keluaran CO_2

ϕ lubang tray	nilai k untuk masukan O_2						
ϕ 3 mm ϕ 4 mm ϕ 5 mm ϕ 3 mm btg ϕ 3 mm krk	dari grafik						
	5.97	5.99	5.101	5.103	5.105	5.107	rata-2
	0.201	0.247	0.434	0.351	0.186	0.335	0.290
	0.194	0.236	0.190	0.329	0.339	0.274	0.260
	0.109	0.146	0.186	0.259	0.287	0.257	0.200
	0.239	0.576	0.368	0.199	0.238	0.241	0.300
	0.166	0.272	0.301	0.222	0.268	0.236	0.240
ϕ lubang tray	nilai k untuk keluaran CO_2						
ϕ 3 mm ϕ 4 mm ϕ 5 mm ϕ 3 mm btg ϕ 3 mm krk	dari grafik						
	5.98	5.100	5.102	5.104	5.106	5.108	rata-2
	0.246	0.259	0.268	0.213	0.234	0.256	0.246
	0.216	0.220	0.267	0.253	0.221	0.254	0.238
	0.215	0.230	0.224	0.214	0.212	0.219	0.219
	0.234	0.241	0.268	0.253	0.268	0.278	0.257
	0.214	0.214	0.291	0.275	0.274	0.30	0.261

Dari tabel 5.16 di atas terlihat bahwa :

- Rata-rata koefisien perpindahan massa (k) masukan O_2 untuk berbagai ukuran diameter lubang tray tidak sama, ternyata diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang mempunyai koefisien perpindahan massa terbesar yaitu 0.30.

Analisa data penelitian

- Rata-rata koefisien perpindahan massa (k) keluaran CO_2 untuk berbagai ukuran diameter lubang tray tidak sama, ternyata diameter lubang tray 3 mm dengan media kontak batu kerikil mempunyai koefisien perpindahan massa terbesar yaitu 0.261.
- Ternyata range nilai rata-rata koefisien perpindahan massa antara masukan O_2 dan keluaran CO_2 tidaklah sama, range nilai k untuk masukan O_2 lebih lebar yaitu 0,20 - 0.30 dari pada range nilai k untuk keluaran CO_2 yaitu 0.219 - 0.261.
- Range nilai k ini tergantung dari beberapa hal antara lain karakteristik dari instalasi tray aerator, temperatur, turbulensi serta adanya angin.

5.7 Analisa data pengaruh pH terhadap penurunan Fe dan Mn

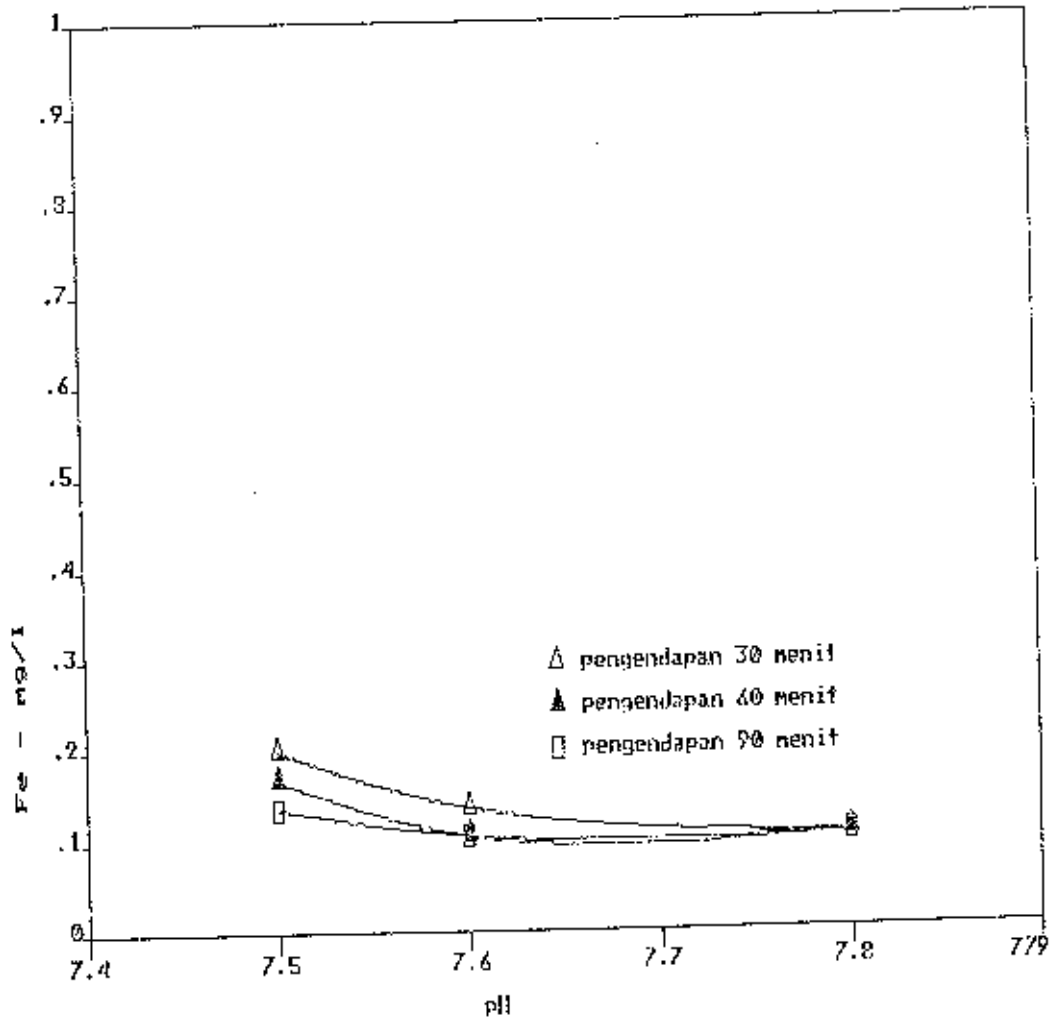
1. Berdasarkan analisa data pada sub bab 5.3 point 4 sampai point 6 didapatkan penurunan Fe terbesar dengan nilai pH, seperti ditampilkan dalam tabel 5.17 berikut.

Tabel 5.17 : Pengaruh pH terhadap penurunan Fe

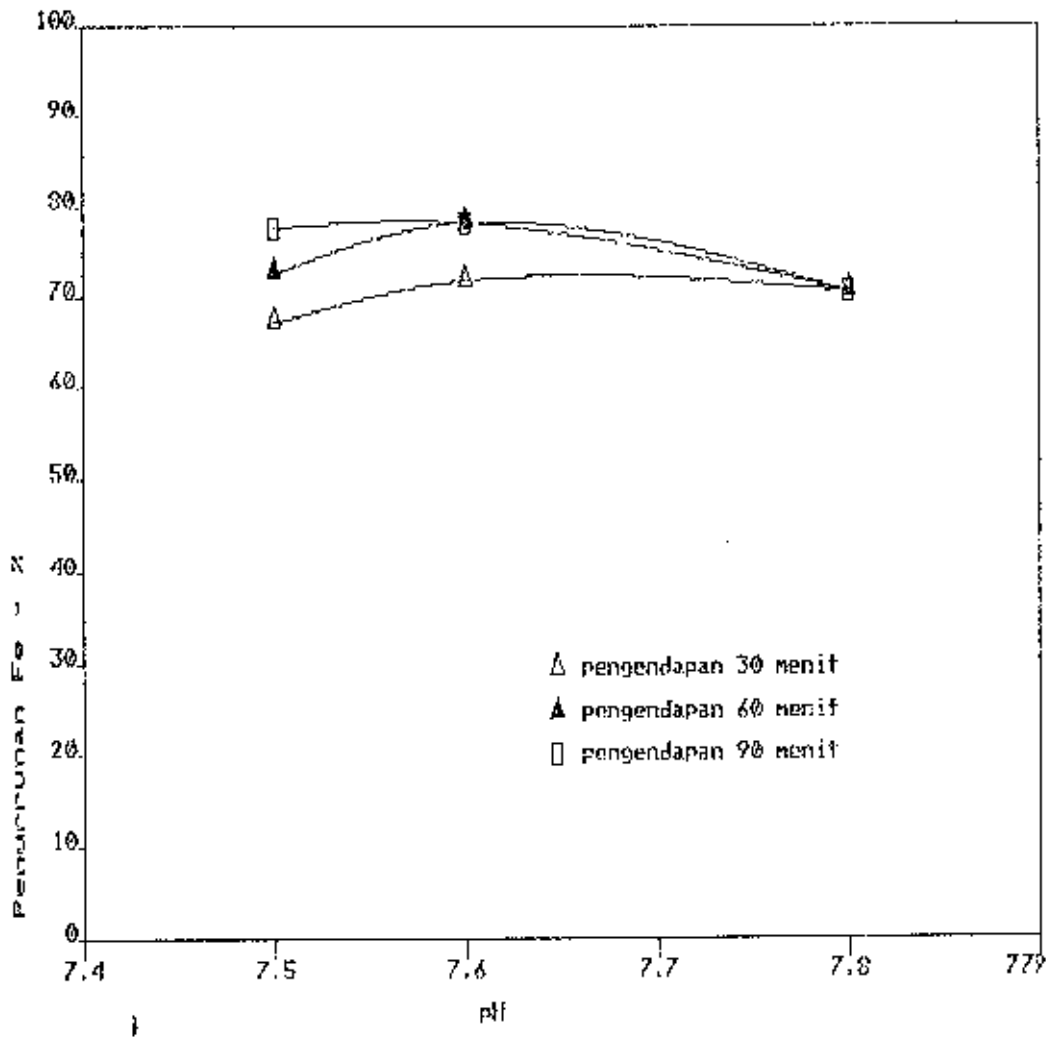
Pengendapan	pH / Fe awal (mg/l)					
	7.5 / 0.608		7.6 / 0.482		7.8 / 0.356	
	Fe akhir	eff. %	Fe akhir	eff %	Fe akhir	eff %
30 menit	0.199	67.26	0.136	71.78	0.105	70.50
60 menit	0.167	72.53	0.105	78.21	0.105	70.50
90 menit	0.136	77.63	0.105	78.21	0.105	70.50

Dari tabel di atas kemudian diplot pada grafik 5.109 dan 5.110

- Dari grafik 5.109 terlihat bahwa kandungan Fe akhir semakin kecil dengan pH semakin besar untuk pengendapan 30 menit namun untuk pengendapan selama 60 menit dan 90 menit sama pada pH 7.6 dan pH 7.8 yaitu 0.105 mg/l.
- Sedang dari grafik 5.110 terlihat bahwa efisiensi penurunan Fe semakin naik dengan bertambahnya nilai pH, namun turun lagi pada pH 7.8 karena kandungan Fe awal tidak sama.



Grafik 5.109 : Hubungan antara penurunan Fe dengan pH berdasarkan tabel 5.17



Grafik 5.110 : Hubungan antara efisiensi penurunan Fe dengan pH berdasarkan tabel 5.17

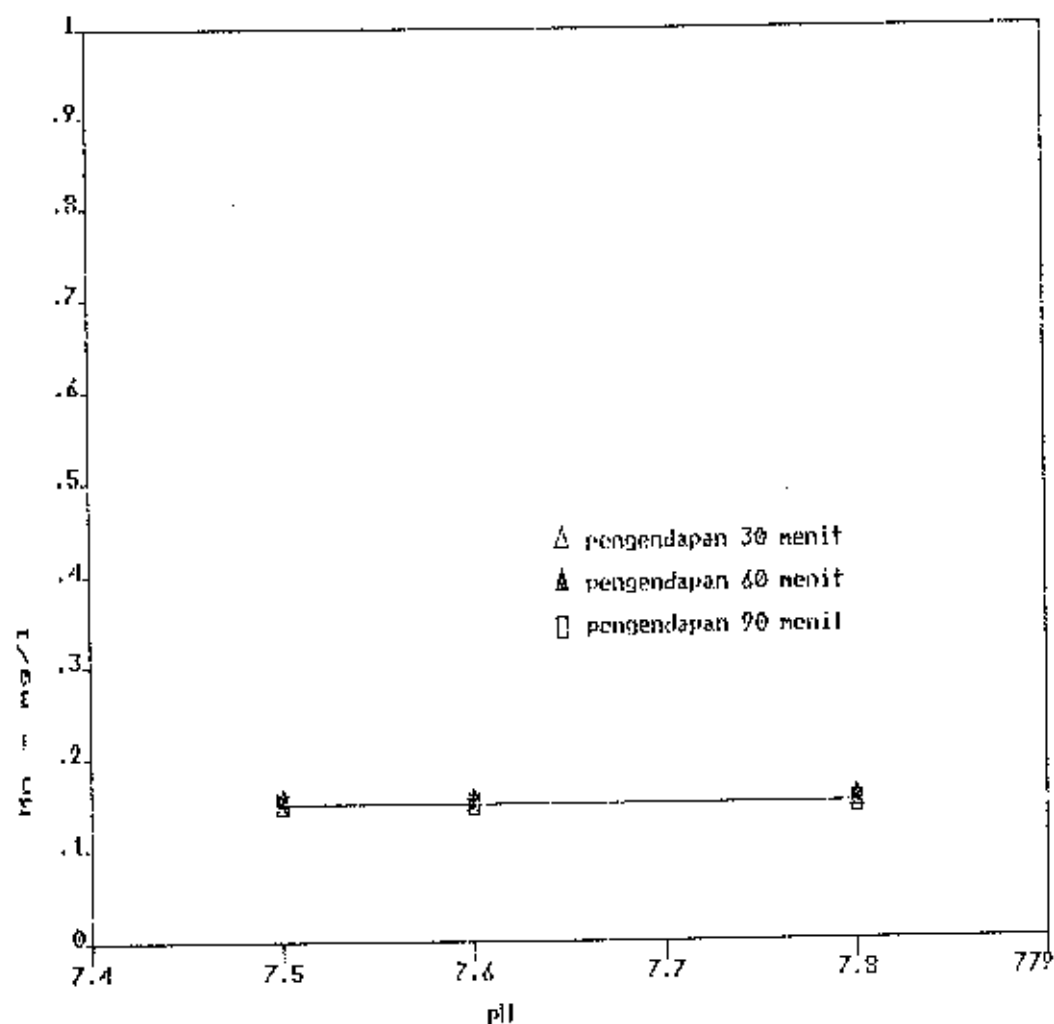
2. Berdasarkan analisa data pada sub bab 5.4 pada point 4 sampai point 6 didapatkan antara penurunan Mn terbesar dengan nilai pH seperti ditampilkan dalam tabel 5.18 berikut.

Tabel 5.18 : Pengaruh pH terhadap penurunan Mn

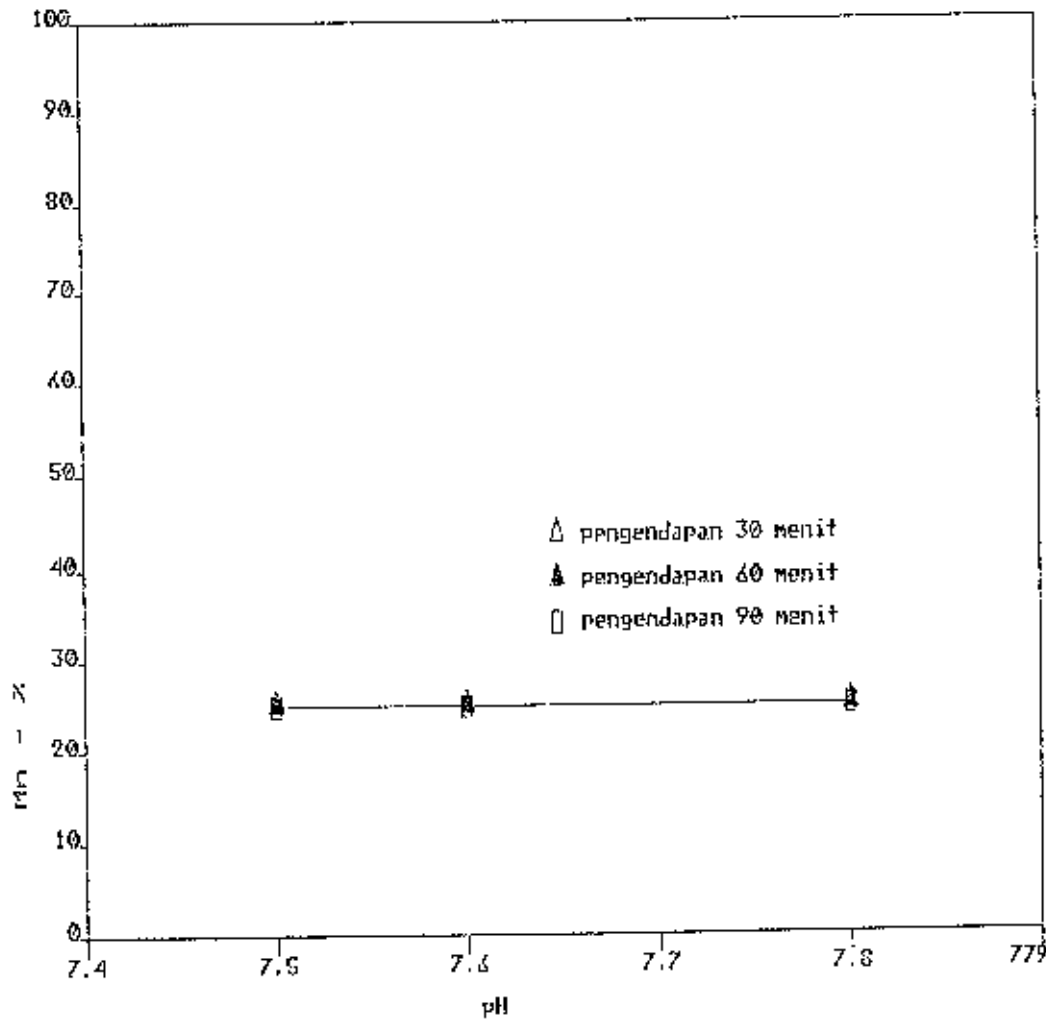
Pengendapan	pH / Mn awal (mg/l)					
	7.5 / 0.200		7.6 / 0.200		7.8 / 0.200	
	Mn akhir	eff. %	Mn akhir	eff %	Mn akhir	eff %
30 menit	0.150	25	0.150	25	0.150	25
60 menit	0.150	25	0.150	25	0.150	25
90 menit	0.150	25	0.150	25	0.150	25

Dari tabel di atas kemudian diplot pada grafik 5.111 dan grafik 5.112.

- Dari grafik 5.111 terlihat bahwa dengan semakin naiknya pH penurunan Mn tetap, hal ini karena oksidasi Mn sangat rendah pada pH dibawah 9.5, sedangkan penurunan di atas diakibatkan adanya proses adsorbsi pada waktu aerasi dengan media kontak.
- Sedang pada grafik 5.112 terlihat bahwa efisiensi penurunan Mn dengan bertambahnya nilai pH



Grafik 5.111 : Hubungan antara penurunan Mn dengan pH berdasarkan tabel 5.18



Grafik 5.112 : Hubungan antara efisiensi penurunan m_0 dengan pH berdasarkan tabel 5.18

5.8 Analisa data kompetisi oksigen uptake antara Fe dan Mn

Berdasarkan analisa data pada sub bab 5.3 point 1. sampai dengan point 6 dan analisa data pada sub bab 5.4 point 1 sampai dengan point 6 bahwa kompetisi oksigen uptake antara Fe dan Mn dimenangkan oleh Fe. Hal ini dapat dilihat dari efisiensi penurunan kandungan Fe dan Mn, dan ternyata efisiensi penurunan Fe lebih besar dari Mn.

Apabila dilihat stoichimetri dari persamaan 2.10 dan 2.11 yang menyatakan :

- 0.14 mg/l oksigen akan mengoksidasi 1 mg/l Fe^{2+} dan
- 0.29 mg/l oksigen akan mengoksidasi 1 mg/l Mn^{2+}

Seharusnya kandungan besi yang paling besar 0.608 mg/l dan kandungan mangan 0.2 mg/l bisa habis teroksidasi oleh oksigen yang jumlahnya sudah mencapai kondisi jenuh.

Hal ini bisa diakibatkan oleh beberapa hal antara lain :

- Kekalahan kompetisi mangan dengan besi, dikarenakan faktor pH air baku hanya bisa mencapai range 7.5 sampai 7.8, padahal oksidasi mangan sangat lambat pada kondisi pH di bawah 9.5.
- Besi dan mangan di dalam air baku dimungkinkan berupa bentuk organik besi dan mangan, sehingga sulit diturunkan dengan oksidasi.

5.9 Analisa data pengaruh diameter lubang tray terhadap masukan O₂, keluaran CO₂, Penurunan Fe dan Mn dengan metode statistik

Untuk mengetahui pengaruh perbedaan diameter lubang tray terhadap masukan O₂, keluaran CO₂, penurunan Fe dan Mn digunakan uji statistik analisa varian (ANOVA) dengan rancangan blok randomisasi lengkap.

1. Uji pengaruh diameter lubang tray terhadap masukan O₂

Berdasarkan data dari tabel L.5 sampai L.9 disusun kembali dalam bentuk rancangan blok randomisasi lengkap seperti di bawah ini.

φ lubang tray	jumlah tray								y _{i.}
	1	2	3	4	5	6	7	8	
3 mm	3.12	4.08	4.96	6.16	7.12	7.12	7.12	7.12	46.80
4 mm	3.58	3.92	5.36	6.00	6.56	7.20	7.20	7.20	47.02
5 mm	2.62	3.02	3.82	4.72	5.44	6.48	7.12	7.12	40.34
3 mm btg	3.28	4.96	5.68	6.56	7.28	7.28	7.28	7.28	49.60
3 mm krk	3.84	4.72	5.68	7.28	7.28	7.28	7.28	7.28	58.64
y. j	16.44	20.70	25.50	30.72	33.68	35.36	36.00	36.00	234.4 = y _{..}

Hipotesa

H₀ = Tidak ada pengaruh perbedaan jenis diameter lubang tray pada masukan O₂

H₁ = Ada pengaruh perbedaan jenis diameter lubang tray pada masukan O₂.

Jumlah kuadrat dihitung sebagai berikut:

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{a \cdot b}$$

$$= 1465.928 - \frac{(234)^2}{40} = 92.344$$

$$\text{Perlakuan} = \sum_{i=1}^a \frac{y_{i.}^2}{b} - \frac{y_{..}^2}{a \cdot b}$$

$$= (46.8)^2 + (47.02)^2 + (40.34)^2 + (49.6)^2 + (50.64)^2 - \frac{(234.4)^2}{40}$$

$$= 8.0417$$

$$SS_{\text{blok}} = \sum_{j=1}^b \frac{y_{.j}^2}{a} - \frac{y_{..}^2}{a \cdot b}$$

$$= (16.44)^2 + (20.70)^2 + (25.50)^2 + (30.72)^2 + (33.68)^2 + (35.36)^2$$

$$+ (36.00)^2 + (36.00)^2 - \frac{(234.4)^2}{40}$$

$$= 80.2968$$

$$SSE = SS_T - SS_{\text{Perlakuan}} - SS_{\text{blok}}$$

$$= 92.344 - 8.0417 - 80.2968$$

$$= 4.0055$$

Analisis variannya (ANOVA) diringkas dalam tabel dibawah ini
dengan $\alpha = 0.05$

Sumber	SS	df	MS	F test	F 0.05
Diameter tray	8,0417	4	2,010425	14.054	2.7141
Jumlah tray	80,2968	7	11,470971	80.187	2.2913
Error	8,650	28	0.308929		
Total	92,4167	39			

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai $F_{test} > F_{0.05}$, berarti hipotesa H_0 ditolak, dan ternyata ada pengaruh jenis diameter lubang tray terhadap masukan O_2 .

2. Uji pengaruh diameter lubang tray terhadap keluaran CO_2

Berdasarkan data dari tabel L.5 sampai L.9 disusun kembali dalam bentuk rancangan blok randomisasi lengkap seperti di bawah ini.

φ lubang tray	jumlah tray								y _{i.}
	1	2	3	4	5	6	7	8	
3 mm	33.88	24.86	18.44	13.42	9.68	7.04	7.04	7.04	121.40
4 mm	34.76	25.74	19.76	14.74	11.00	7.92	7.04	7.04	128.00
5 mm	35.20	26.84	20.24	15.84	11.88	9.24	7.04	7.04	133,32
3 mm bta	33.44	24.42	18.00	12.98	9.24	6.60	6.60	6.60	117.88
3 mm krk	33.00	23.98	17.46	12.54	8.80	6.60	6.60	6.60	115.58
y _{.j}	170.28	125.84	93.90	69.52	50.60	37.40	34.32	34.32	616.18
									= y _{..}

Hipotesa

H_0 = Tidak ada pengaruh perbedaan jenis diameter lubang tray pada keluaran CO_2

H_1 = Ada pengaruh perbedaan jenis diameter lubang tray pada keluaran CO_2

Jumlah kuadrat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 SS_T &= \sum_a \sum_b y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{ab} \\
 &= 12992.7668 - \frac{(616.18)^2}{40} = 3500,8220
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Perlakuan} &= \sum_{i=1}^a \frac{y_i^2}{b} - \frac{y^2}{a \cdot b} \\
 &= (121.40)^2 + (128.00)^2 + (133.32)^2 + (117.88)^2 + (115.58)^2 - \\
 &\quad \frac{(616.18)^2}{40} = 26,881.8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SS blok} &= \sum_{j=1}^a \frac{y_j^2}{a} - \frac{y^2}{a \cdot b} \\
 &= (170.28)^2 + (125.84)^2 + (93.90)^2 + (69.52)^2 + (50.56)^2 + (34.32)^2 \\
 &\quad - \frac{(616.18)^2}{40} = 3467,2690
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{SSE} &= \text{SS T} - \text{SS perlakuan} - \text{SS blok} \\
 &= 3500,8818 - 26,8818 - 3467,2690 \\
 &= 6,6711
 \end{aligned}$$

Analisis variannya (ANOVA) diringkas dalam tabel dibawah ini
dengan $\alpha = 0.05$

Sumber	SS	df	MS	F test	F 0.05
Diameter tray	26.8819	4	6,72046	28.207	2.7141
Jumlah tray	3467,2690	7	495,32415	999.999	2.2913
Error	6,6711	28	0.23825		
Total	3500,8220	39			

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai F test > F 0.05, berarti hipotesa H_0 ditolak, dan ternyata ada pengaruh jenis diameter lubang tray terhadap keluaran CO₂.

3. Uji pengaruh diameter lubang tray terhadap penurunan Fe.

Berdasarkan data dari tabel L.5 sampai L.9 disusun kembali dalam bentuk rancangan blok randomisasi lengkap seperti di bawah ini.

φ lubang tray	jumlah tray								y _{i.}
	1	2	3	4	5	6	7	8	
3 mm	0.576	0.514	0.482	0.419	0.325	0.262	0.262	0.262	3.102
4 mm	0.576	0.514	0.451	0.419	0.356	0.262	0.262	0.262	3.102
5 mm	0.576	0.545	0.514	0.482	0.356	0.294	0.262	0.262	3.291
3 mm btg	0.545	0.482	0.419	0.356	0.262	0.199	0.199	0.199	2.661
3 mm krk	0.545	0.482	0.419	0.388	0.356	0.230	0.230	0.230	3.880
y. _j	2.818	2.537	2.285	2.064	1.655	1.247	1.215	1.215	15.036
									= y.. _{..}

Hipotesa

H₀ = Tidak ada pengaruh perbedaan jenis diameter lubang tray pada penurunan Fe.

H₁ = Ada pengaruh perbedaan jenis diameter lubang tray pada penurunan Fe.

Jumlah kuadrat dihitung sebagai berikut:

$$SS_T = \sum_a \sum_b y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{a \cdot b}$$

$$= 6.2950239 - \frac{(15.036)^2}{40} = 0.6429915$$

Perlakuan

$$= \sum_{i=1}^a \frac{y_{i.}^2}{b} - \frac{y_{..}^2}{a \cdot b}$$

$$= (3.102)^2 + (3.102)^2 + (3.291)^2 + (2.661)^2 + (3.880)^2 - \frac{(15.036)^2}{40}$$

$$= 0.0219668$$

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{blok}} &= \sum_{j=1}^a \frac{y_{.j}^2}{a} - \frac{y_{..}^2}{a \cdot b} \\
 &= (2.818)^2 + (2.537)^2 + (2.285)^2 + (2.064)^2 + (1.655)^2 + (1.247)^2 \\
 &\quad (1.215)^2 + (1.215)^2 - \frac{(15.036)^2}{40} \\
 &= 0.603787
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_e &= SS_r - SS_{\text{Perlakuan}} - SS_{\text{blok}} \\
 &= 0.6429915 - 0.0219668 - 0.6037087 \\
 &= 0.0173161
 \end{aligned}$$

Analisis variannya (ANOVA) diringkas dalam tabel dibawah ini dengan $\alpha = 0.05$

Sumber	SS	df	MS	F test	F 0.05
Diameter tray	0.0219668	4	0.0054917	8.880	2.7141
Jumlah tray	0.6037087	7	0.0862441	139.456	2.2913
Error	0.0173161	28	0.0006184		
Total	92,4167	39			

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai F test > F 0.05, berarti hipotesa H_0 ditolak, dan ternyata ada pengaruh jenis diameter lubang tray terhadap penurunan Fe.

4. Uji pengaruh diameter lubang tray terhadap penurunan Mn

Berdasarkan data dari tabel L.5 sampai L.9 disusun kembali dalam bentuk rancangan blok randomisasi lengkap seperti di bawah ini.

φ lubang tray	jumlah tray								yi.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
3 mm	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.60
4 mm	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.60
5 mm	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	1.60
3 mm btg	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15	1.40
3 mm krk	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	1.35
y. j	1.00	1.00	1.00	0.95	0.90	0.90	0.90	0.90	7.55
									= y..

Hipotesa

H0 = Tidak ada pengaruh perbedaan jenis diameter lubang tray pada penurunan Mn

H1 = Ada pengaruh perbedaan jenis diameter lubang tray pada penurunan Mn.

Jumlah kuadrat dihitung sebagai berikut:

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{a \cdot b}$$

$$= 1.4425 - \frac{(7.55)^2}{40} = 0.0174375$$

Perlakuan

$$= \sum_{i=1}^a \frac{y_i^2}{b} - \frac{y_{..}^2}{a \cdot b}$$

$$= (1.60)^2 + (1.60)^2 + (1.60)^2 + (1.40)^2 + (1.35)^2 - \frac{(7.55)^2}{40}$$

$$= 0.00775$$

$$\begin{aligned}
 SS_{\text{blok}} &= \sum_{j=1}^a \frac{y_{.j}^2}{a} - \frac{y_{..}^2}{a \cdot b} \\
 &= (1.0)^2 + (1.0)^2 + (1.0)^2 + (0.95)^2 + (0.90)^2 + (0.90)^2 \\
 &\quad (0.90)^2 + (0.90)^2 - \frac{(7.55)^2}{40} \\
 &= 0.0034375
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SSE &= SS_T - SS_{\text{Perlakuan}} - SS_{\text{blok}} \\
 &= 0.0174375 - 0.00775 - 0.0034375 \\
 &= 0.00625
 \end{aligned}$$

Analisis variannya (ANOVA) diringkas dalam tabel dibawah ini dengan $\alpha = 0.05$

Sumber	SS	df	MS	F test	F 0.05
Diameter tray	0.00775	4	0.0019375	8.680	2.7141
Jumlah tray	0.0034375	7	0.0004911	2.200	2.2913
Error	0.0062500	28	0.0002232		
Total	0.0174375	39			

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai $F_{\text{test}} > F_{0.05}$, berarti hipotesa H_0 ditolak, dan ternyata ada pengaruh jenis diameter lubang tray terhadap penurunan Mn.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dan analisa yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, penurunan Fe, Mn, dan CO₂ dengan multiple tray aerator dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. -.Kadar oksigen terlarut semakin besar dengan bertambahnya jumlah tingkat tray yang digunakan hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin banyak jumlah tingkat tray yang digunakan , waktu kontak antara butiran air dengan udara akan lebih lama sehingga kadar oksigen terlarut akan bertambah besar.
- .Dengan adanya perbedaan ukuran ϕ lubang tray yang digunakan ternyata mempengaruhi kecepatan pencapaian konsentrasi oksigen terlarut jenuh. ϕ lubang paling kecil yaitu 3 mm lebih cepat mencapai kejenuhan daripada ϕ lubang 4 mm dan 5 mm. Hal ini sesuai dengan teori dan dugaan, bahwa semakin kecil ϕ lubang tray yang dipakai, butiran air diharapkan semakin kecil-kecil sehingga kontak dengan udara semakin sempurna dan akhirnya mempengaruhi kecepatan perpindahan gas.
- .Dengan adanya penambahan media kontak batu bintang dan batu kerikil ternyata mempercepat tercapainya kelarutan

oksigen jenuh. Hal ini sesuai dengan teori bahwa untuk memperbesar perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas.

- Menurut hasil percobaan konsentrasi oksigen terlarut jenuh bisa tercapai setelah melewati antara tray ke

- 4 dan 5 untuk ϕ lubang tray 3 mm
- 5 dan 7 untuk ϕ lubang tray 4 mm
- 7 dan 8 untuk ϕ lubang tray 5 mm
- 3 dan 4 untuk ϕ lubang tray 3 mm dengan media kontak

- Konsentrasi oksigen terlarut jenuh pada suhu 30°C 7.28 mg/l sedangkan pada suhu 28°C 7.52 mg/l hal ini sesuai dengan teori bahwa nilai oksigen terlarut jenuh semakin berkurang dengan naiknya suhu.

2. - Kandungan CO_2 semakin berkurang dengan bertambahnya jumlah tingkat tray yang digunakan, hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin banyak jumlah tingkat tray yang digunakan semakin lama waktu kontak antara butiran air dengan udara sehingga semakin banyak CO_2 yang dilepaskan.

- Dengan adanya perbedaan ukuran ϕ lubang tray yang digunakan ternyata mempengaruhi kecepatan pelepasan CO_2 , ϕ lubang paling kecil yaitu 3 mm lebih cepat dari pada ϕ lubang 4 mm dan 5 mm. Hal ini sesuai dengan teori dan dugaan bahwa semakin kecil ϕ lubang tray yang dipakai, butiran air diharapkan semakin kecil-kecil sehingga

Kesimpulan dan saran

kontak dengan udara semakin sempurna akhirnya mempengaruhi kecepatan pelepasan gas.

-. Dengan adanya penambahan media kontak yang berupa batu bintang dan batu kerikil ternyata mempengaruhi kecepatan pelepasan CO_2 . Hal ini sesuai dengan teori bahwa untuk memperbesar perpindahan gas harus diciptakan luas permukaan kontak yang luas.

-. Efisiensi penurunan CO_2 yang paling besar adalah 83.41 % sampai 85.76 % setelah melewati tray ke enam sampai ke delapan.

-. Sedang penurunan CO_2 agresif bisa mencapai 100 % setelah melewati tray ke lima, hal ini bisa terjadi karena CO_2 bebas setelah diplot pada diagram Tillman sudah terletak di bawah garis kesetimbangan dengan HCO_3^- .

3.-. Nilai koefisien perpindahan massa (K) pada masukan O_2 dan keluaran CO_2 ternyata tidak sama, range nilai K untuk O_2 lebih lebar dari pada CO_2 .

Nilai K untuk masukan O_2 berkisar antara 0.2 - 0.3

Nilai K untuk keluaran CO_2 berkisar antara 0.22 - 0.26.

4.-. Efisiensi penurunan Fe semakin besar dengan semakin bertambahnya jumlah tingkat tray yang digunakan, hal ini sesuai dengan peningkatan oksigen terlarut. Semakin besar konsentrasi oksigen terlarut proses oksidasi semakin baik, sehingga penurunan kadar Fe akibat pengendapan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ semakin besar.

- Dengan adanya penambahan media kontak batu bintang dan batu kerikil efisiensi penurunan Fe semakin bertambah hal ini sesuai dengan teori bahwa dengan adanya media kontak akan memperbaiki dan meratakan proses penyerapan oksigen sehingga proses oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} semakin bagus.
 - Bila dilihat waktu pengendapan, 90 menit merupakan waktu yang paling baik dalam efisiensi penurunan Fe.
 - Dengan semakin naiknya pH efisiensi penurunan Fe semakin tinggi.
 - Menurut hasil percobaan konsentrasi akhir Fe yang bisa dicapai adalah 0.105 mg/l untuk berbagai kandungan Fe awal yang berbeda. dan nilai ini sudah memenuhi standar kualitas air minum yang diijinkan.
- 5.- Kandungan Mn tidak ada penurunan sama sekali dengan semakin bertambahnya jumlah tingkat tray yang digunakan tanpa media kontak, hal ini dimungkinkan karena proses oksidasi Mn dengan oksigen berjalan sangat lambat bila pH di bawah 9.5.
- Dengan adanya penambahan media kontak batu bintang dan batu kerikil kandungan Mn bisa turun sampai 0.15 mg/l atau efisiensinya naik sampai 25 %. Hal ini bisa terjadi media kontak sebagai aksi katalisator pada proses oksidasi Mn dengan oksigen.

-Kandungan Mn di atas masih di atas standar kualitas air minum yang diijinkan.

6.-.Apabila dilihat dari kompetisi oksigen up take oleh Fe dan Mn ternyata dimenangkan oleh Fe, Ini bisa dilihat dari efisiensi penurunan Fe yang lebih besar dari pada Mn. Namun apabila dilihat dari persamaan 2.10 dan 2.11 seharusnya kandungan besi dan Mn habis teroksidasi oleh oksigen terlarut. Hal ini dimungkinkan terdapatnya bentuk organik besi dan mangan di dalam air baku. Yang mana bentuk organik besi dan mangan tidak efektif apabila diturunkan dengan aerasi oksidasi dan dianjurkan diturunkan dengan koagulasi memakai alum diikuti sedimentasi dan filtrasi.

6.2. Saran

- 1.Perlu diadakan penelitian aerasi lebih lanjut dengan pengaturan pH yang lebih tinggi untuk meningkatkan efisiensi penurunan mangan.
- 2.Perlu diadakan penelitian aerasi lebih lanjut dengan penambahan Chlor sebagai oksidator untuk menurunkan kadar besi dan Kalium Permanganat sebagai oksidator untuk menurunkan kadar mangan
- 2.Perlu diadakan penelitian Jar test untuk mengetahui penurunan bentuk organik besi dan mangan yang diduga ada di dalam air baku.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dr.Ing H. J. Popel (1974)
" Aeration and Gas Transfer "
Delft University of Technology
2. Larry D. Benefield (1982)
" Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment "
Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey
3. Walter J. Weber, Jr (1972)
" Physicochemical Processes for Water Quality Control "
Wiley - Interscience, New York
4. A W W A (1971)
" Water Quality and Treatment "
Mc Graw Hill, New York
5. J.Mark Hammer (1977)
" Water and Waste Water Technology "
John Wiley & Sons, New York
6. Degremont (1979)
" Water Treatment Handbook "
John Wiley & Sons, New York
7. Prof. Ir. A. Van Haute (1984)
" Water Quality "
Katholieke Universiteit Leuven
8. Dr. Ir. G Alaerts , Ir.Sri Sumestri Santika (1984)
" Metode penelitian air "
Usaha Nasional , Surabaya, Indonesia
9. APHA , AWWA , WPCF , (1985)
" Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater "
Washington, 15 th
10. Charles R.Cox (1969)
" Operation and Control of Water Treatment Processes "
WHC, Geneva
11. Linvil G. Rich (1961)
" Unit Operations of Sanitary Engineering "
John Wiley & Sons, Inc, New York

Lampiran 1 : Data-data penelitian

Tabel L.1 : Data untuk pembuatan grafik kalibrasi Fe

No	Fe (ppm)	Absorbance
1	0.05	0.005
2	0.10	0.010
3	0.15	0.0125
4	0.20	0.015
5	0.25	0.020
6	0.30	0.025
7	0.35	0.030
8	0.40	0.035
9	0.45	0.040
10	0.50	0.045
11	0.60	0.050
12	0.70	0.055
13	0.80	0.065
14	0.90	0.075
15	1.00	0.080
16	1.10	0.090
17	1.20	0.095
18	1.30	0.105
19	1.40	0.115
20	1.50	0.120
21	1.75	0.140
22	2.00	0.160
23	2.25	0.180
24	2.50	0.200
25	2.75	0.220
26	3.00	0.240
27	3.25	0.260
28	3.50	0.280
29	3.75	0.300
30	4.00	0.320

Tabel L.2: Data untuk pembuatan grafik kalibrasi Mn

No	Mn (ppm)	Absorbance
1	0.2	0.01
2	0.4	0.02
3	0.6	0.03
4	0.8	0.04
5	1.0	0.05
6	1.20	0.06
7	1.40	0.07
8	1.60	0.08
9	1.80	0.09
10	2.00	0.10

Tabel 1.3 : Data untuk kontrol kualitas Fe

No	Fe (ppm)	Absorbance
1	1.489	0.120
2	1.489	0.120
3	1.489	0.120
4	1.489	0.120
5	1.426	0.115
6	1.426	0.115
7	1.489	0.120
8	1.489	0.120
9	1.550	0.125
10	1.550	0.125
11	1.489	0.120
12	1.489	0.120
13	1.489	0.120
14	1.489	0.120
15	1.426	0.115
16	1.489	0.120
17	1.489	0.120
18	1.489	0.120
19	1.489	0.120
20	1.489	0.120
21	1.489	0.120
22	1.550	0.125
23	1.489	0.120
24	1.550	0.125
25	1.426	0.115
26	1.550	0.125
27	1.550	0.125
28	1.489	0.120
29	1.489	0.120
30	1.489	0.120

Tabel L.4: Data untuk kontrol kualitas Mn

No	Mn (ppm)	Absorbance
1	0.40	0.200
2	0.40	0.200
3	0.40	0.200
4	0.40	0.200
5	0.35	0.175
6	0.35	0.175
7	0.40	0.200
8	0.40	0.200
9	0.40	0.200
10	0.40	0.200
11	0.40	0.200
12	0.40	0.200
13	0.40	0.200
14	0.35	0.175
15	0.35	0.175
16	0.40	0.200
17	0.40	0.200
18	0.40	0.200
19	0.40	0.200
20	0.40	0.200
21	0.40	0.200
22	0.40	0.200
23	0.40	0.200
24	0.35	0.175
25	0.35	0.175
26	0.40	0.200
27	0.40	0.200
28	0.40	0.200
29	0.35	0.175
30	0.40	0.200

Tabel L.5. : Data hasil analisa dari percobaan aerasidengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.5, ϕ tray : 3 mm

Suhu : 30/27	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.5	DO awal : 1.6 mg/l	Fe awal : 0.608 mg/l						
Ø : 3 mm	CO2 awal : 46.2 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.12	4.08	4.96	6.16	7.12	7.12	7.12	7.12
CO2(mg/l)	33.88	24.86	18.44	13.42	9.68	7.04	7.04	7.04
eff %	26.67	46.19	60.08	70.95	79.05	84.76	84.76	84.76
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.576	0.514	0.482	0.419	0.325	0.262	0.262	0.262
eff %	5.26	15.46	20.72	31.08	46.54	56.90	56.90	56.90
60'(mg/l)	0.545	0.482	0.388	0.294	0.262	0.230	0.230	0.230
eff %	10.36	20.72	30.18	51.64	56.90	62.17	62.17	62.17
90'(mg/l)	0.514	0.451	0.325	0.262	0.199	0.199	0.199	0.199
eff %	15.46	25.82	46.54	56.90	67.26	67.26	67.26	67.26
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
80'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.6. : Data hasil analisa dari percobaan aerasidengan
tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.5, ϕ tray : 4 mm

Suhu : 30/27	Q : 0.2 l/dt	HC03 : 183 mg/l						
pH : 7.5	DO awal : 1.6 mg/l	Fe awal : 0.608 mg/l						
Ø : 4 mm	CO2 awal : 46.2 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.58	3.92	5.36	6.00	6.56	7.20	7.20	7.20
CO2(mg/l)	34.76	25.74	19.76	14.74	11.00	7.82	7.04	7.04
eff %	24.76	44.28	57.23	68.09	76.19	82.85	84.76	84.76
HC03(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.576	0.514	0.451	0.419	0.356	0.262	0.262	0.262
eff %	5.26	15.46	25.82	31.09	41.44	56.90	56.20	56.20
60'(mg/l)	0.545	0.482	0.388	0.294	0.262	0.230	0.230	0.230
eff %	10.36	20.72	46.54	51.64	58.90	62.17	62.17	62.17
90'(mg/l)	0.514	0.451	0.294	0.230	0.199	0.199	0.199	0.199
eff %	15.46	25.82	51.64	62.17	67.26	67.26	67.26	67.26
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.7. : Data hasil analisa dari percobaan aerasidengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.5, ϕ tray : 5 mm

Suhu : 30/27	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l
pH : 7.5	DO awal : 1.6 mg/l	Fe awal : 0.608 mg/l
Ø : 5 mm	CO2 awal : 46.20 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l

Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	2.62	3.02	3.82	4.72	5.44	6.48	7.12	7.12
CO2(mg/l)	35.20	28.84	20.24	15.84	11.88	9.24	7.04	7.04
eff %	23.80	41.90	56.19	65.71	74.28	80.00	84.76	84.76
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183

Setelah Pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.576	0.545	0.514	0.482	0.356	0.294	0.262	0.262
eff %	5.26	10.36	15.46	20.72	41.44	51.64	56.90	56.90
60'(mg/l)	0.545	0.514	0.419	0.356	0.294	0.294	0.230	0.230
eff %	10.36	15.46	31.08	41.44	51.64	51.64	62.17	62.17
90'(mg/l)	0.514	0.482	0.388	0.325	0.262	0.262	0.199	0.199
eff %	15.46	20.72	36.18	46.54	56.90	56.90	67.26	67.26

Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.8. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
 debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.5, ϕ tray : 3 mm
 dengan media kontak batu bintang

Suhu : 30/27	Q	: 0.2	l/dt	HCO ₃	: 183	mg/l		
pH : 7.5	DO awal	: 1.6	mg/l	Fe awal	: 0.608	mg/l		
ϕ : 3 mm btg	CO ₂ awal	: 46.20	mg/l	Mn awal	: 0.20	mg/l		
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.28	4.96	5.68	6.56	7.28	7.28	7.28	7.28
CO ₂ (mg/l)	33.44	24.42	18.00	12.98	9.24	6.60	6.60	6.60
eff %	27.62	47.14	61.04	71.90	80.00	85.71	85.71	85.71
HCO ₃ (mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Fe								
30'(mg/l)	0.545	0.482	0.419	0.356	0.262	0.199	0.199	0.199
eff %	10.36	20.72	31.08	41.44	56.90	67.26	67.26	67.26
60'(mg/l)	0.514	0.451	0.356	0.294	0.230	0.167	0.167	0.167
eff %	15.46	25.92	41.44	51.64	62.17	72.53	72.53	72.53
90'(mg/l)	0.482	0.419	0.262	0.199	0.167	0.136	0.136	0.136
eff %	20.72	31.08	56.90	67.26	72.53	77.63	77.63	77.63
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	0	0	25	25	25	25
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	0	25	25	25	25	25
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25

Tabel L.9. : Data hasil analisa dari percobaan aerasidengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.5, ϕ tray : 3 mm
dengan media kontak batu kerikil

Suhu : 30/27	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.5	DO awal : 1.6 mg/l	Fe awal : 0.608 mg/l						
Ø : 3 mm krk	CO2 awal : 46.2 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.84	4.72	5.60	7.28	7.28	7.28	7.28	7.28
CO2(mg/l)	33.00	23.98	17.46	12.54	8.80	6.60	6.60	6.60
eff %	28.57	48.09	62.20	72.85	80.95	85.71	85.71	85.71
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.545	0.482	0.419	0.388	0.356	0.230	0.230	0.230
eff %	10.36	20.72	31.08	36.18	41.44	62.17	62.17	62.17
60'(mg/l)	0.514	0.451	0.358	0.325	0.262	0.199	0.199	0.199
eff %	15.46	25.82	41.44	46.54	56.90	67.26	67.26	67.26
90'(mg/l)	0.482	0.419	0.262	0.262	0.230	0.167	0.167	0.167
eff %	20.72	31.08	56.90	56.90	62.17	72.53	72.53	72.53
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff%	0	0	0	25	25	25	25	25
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	0	25	25	25	25	25
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25

Tabel L.10. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.6, ϕ tray : 3 mm

Suhu : 30/27	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.6	DO awal : 1.6 mg/l	Fe awal : 0.482 mg/l						
Ø : 3 mm	CO2 awal : 45.32 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.96	4.08	5.20	6.48	7.28	7.28	7.28	7.28
CO2(mg/l)	33.44	24.64	18.04	13.64	9.68	7.48	7.48	7.48
eff %	26.21	45.63	60.19	69.90	78.64	83.49	83.49	83.49
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.451	0.388	0.356	0.294	0.262	0.230	0.230	0.230
eff %	6.43	19.50	26.14	39.00	45.64	52.28	52.28	52.28
60'(mg/l)	0.419	0.356	0.262	0.262	0.230	0.199	0.199	0.199
eff %	13.07	26.14	45.64	45.64	52.28	58.71	58.71	58.71
90'(mg/l)	0.356	0.325	0.230	0.167	0.167	0.136	0.136	0.136
eff %	19.50	32.57	52.28	65.35	65.35	71.78	71.78	71.78
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.11. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.6, ϕ tray : 4 mm

Suhu : 30/27	Q	: 0.2	l/dt	HCO3	: 183	mg/l		
pH : 7.6	DO awal	: 1.6	mg/l	Fe awal	: 0.482	mg/l		
Ø : 4 mm	CO2 awal	: 45.32	mg/l	Mn awal	: 0.20	mg/l		
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.12	3.84	4.72	5.68	6.72	7.12	7.12	7.12
CO2(mg/l)	34.32	25.96	19.76	14.08	10.56	8.36	7.04	7.04
eff %	24.27	42.72	56.39	68.93	76.69	81.55	84.46	84.46
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah Pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.451	0.388	0.356	0.294	0.262	0.262	0.230	0.230
eff %	8.43	19.50	26.14	39.00	45.64	45.64	52.28	52.28
60'(mg/l)	0.419	0.388	0.294	0.262	0.262	0.230	0.199	0.199
eff %	13.07	19.50	39.00	45.64	45.64	52.28	58.71	58.71
90'(mg/l)	0.388	0.356	0.262	0.230	0.230	0.167	0.136	0.136
eff %	19.50	26.14	45.64	52.28	52.28	65.35	71.78	71.78
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.12. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.6, ϕ tray : 5 mm

Suhu : 30/27	Q	: 0.2	l/dt	HCO3	: 183	mg/l		
pH : 7.6	DO awal	: 1.6	mg/l	Fe awal	: 0.482	mg/l		
ϕ : 5 mm	CO2 awal	: 45.32	mg/l	Mn awal	: 0.20	mg/l		
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DOC(mg/l)	2.48	3.18	4.32	4.72	6.08	6.96	7.20	7.20
CO2(mg/l)	34.76	26.40	20.24	15.52	11.44	8.80	7.04	7.04
eff %	23.30	41.74	55.34	65.75	74.75	80.58	84.11	84.11
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.451	0.419	0.388	0.356	0.294	0.262	0.262	0.230
eff %	6.43	13.07	19.50	26.14	39.00	45.64	45.64	52.28
60'(mg/l)	0.451	0.388	0.356	0.294	0.262	0.262	0.230	0.230
eff %	6.43	19.50	26.14	39.00	45.64	45.64	52.28	52.28
90'(mg/l)	0.416	0.388	0.294	0.294	0.262	0.230	0.199	0.199
eff %	26.14	19.50	39.00	39.00	45.64	52.28	58.71	58.71
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.13. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.6, ϕ tray : 3 mm
dengan media kontak batu bintang

Suhu : 30/27	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.6	DO awal : 1.6 mg/l	Fe awal : 0.492 mg/l						
Ø : 3 mm btg	CO2 awal : 45.32mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.28	6.16	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
CO2(mg/l)	33.00	24.20	17.60	13.20	9.24	6.60	6.60	6.60
eff %	27.18	46.60	61.16	70.87	79.61	85.43	85.43	85.43
HCO3(mg/l)	125	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.419	0.356	0.294	0.262	0.230	0.199	0.136	0.136
eff %	13.07	26.14	39.00	45.64	52.28	58.71	71.78	71.78
60'(mg/l)	0.388	0.325	0.262	0.230	0.199	0.136	0.136	0.105
eff %	19.50	32.57	45.64	52.28	58.71	71.78	71.78	78.21
90'(mg/l)	0.356	0.262	0.262	0.199	0.136	0.105	0.105	0.105
eff %	26.14	45.64	45.64	58.71	78.21	78.21	78.21	78.21
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	0	25	25	25	25	25
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25

Tabel L.14. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.6, ϕ tray : 3 mm
dengan media kontak batu kerikil

Suhu : 30/27	Q	: 0.2	l/dt	HCO3	: 183	mg/l		
pH : 7.6	DO awal	: 1.6	mg/l	Fe awal	: 0.482	mg/l		
Ø : 3 mm krk	CO2 awal	: 45.32	mg/l	Mn awal	: 0.20	mg/l		
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.92	4.88	6.32	7.12	7.28	7.28	7.28	7.28
CO2(mg/l)	32.46	23.76	17.16	12.76	8.80	6.60	6.60	6.60
eff %	28.37	47.57	62.13	71.84	80.58	85.43	85.43	85.43
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.419	0.388	0.356	0.294	0.262	0.230	0.199	0.136
eff %	13.07	19.50	26.14	39.00	45.64	52.28	58.71	71.78
60'(mg/l)	0.388	0.356	0.294	0.262	0.230	0.136	0.136	0.136
eff %	19.50	26.14	39.00	45.64	52.28	71.78	71.78	71.78
90'(mg/l)	0.356	0.325	0.262	0.262	0.230	0.136	0.136	0.105
eff %	26.14	32.57	45.64	45.64	52.28	71.78	71.78	78.21
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	0	25	25	25	25	25
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25

Tabel 1.15. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.8, ϕ tray : 3 mm

Suhu : 30/27	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.8	DO awal : 1.6 mg/l	Fe awal : 0.356 mg/l						
Ø : 3 mm	CO2 awal : 43.56 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.04	4.08	6.32	7.12	7.28	7.28	7.28	7.28
CO2(mg/l)	31.80	23.32	17.16	12.32	9.02	7.04	7.04	7.04
eff %	26.99	46.46	60.60	71.71	79.29	83.83	83.83	83.83
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.325	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136	0.105
eff %	8.70	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	61.79	70.50
60'(mg/l)	0.294	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105	0.105
eff %	17.41	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50	70.50
90'(mg/l)	0.262	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105	0.105	0.105
eff %	26.40	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50	70.50	70.50
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.16. : Data hasil analisa dari percobaan aerasidengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.8, ϕ tray : 4 mm

Suhu : 30/27	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l
pH : 7.8	DO awal : 1.6 mg/l	Fe awal : 0.356 mg/l
Ø : 4 mm	CO2 awal : 43.56 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l

Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.12	4.00	5.12	5.92	6.48	7.20	7.20	7.20
CO2(mg/l)	32.68	24.20	18.04	13.20	9.90	7.48	7.04	7.04
eff %	24.97	44.44	58.58	69.69	77.27	83.51	83.83	83.83
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183

Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.325	0.294	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136
eff %	8.7	17.41	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	61.79
60'(mg/l)	0.294	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136	0.105
eff %	17.41	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	61.79	61.79
90'(mg/l)	0.294	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136	0.105	0.105
eff %	17.41	35.39	44.10	53.08	61.79	61.79	70.50	70.50

Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.17. : Data hasil analisa dari percobaan aerasidengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.8, ϕ tray : 5 mm

Suhu : 30/27	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l
pH : 7.8	DO awal : 1.6 mg/l	Fe awal : 0.356 mg/l
Ø : 5 mm	CO2 awal : 43.56 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l

Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	2.62	3.52	4.16	4.80	5.68	6.88	7.28	7.28
CO2(mg/l)	33.44	25.36	19.80	14.74	11.44	8.36	8.36	8.36
eff %	23.23	41.78	54.54	66.16	73.73	80.80	80.80	80.80
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183

Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.356	0.325	0.294	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136
eff %	0	8.7	17.41	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79
60'(mg/l)	0.325	0.294	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105
eff %	8.7	17.41	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50
90'(mg/l)	0.325	0.262	0.230	0.199	0.167	0.130	0.105	0.105
eff %	8.7	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50

Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.18. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.8, ϕ tray : 3 mm
dengan media kontak batu bintang

Suhu : 30/27	Q : 0.2	l/dt	HCO ₃ : 183	mg/l				
pH : 7.8	DO awal : 1.6	mg/l	Fe awal : 0.356	mg/l				
ϕ : 3 mm btg	CO ₂ awal : 43.56	mg/l	Mn awal : 0.20	mg/l				
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.36	5.98	6.56	7.28	7.28	7.28	7.28	7.28
CO ₂ (mg/l)	31.36	22.88	16.72	11.89	8.58	6.60	6.60	6.60
eff %	28.00	47.47	61.61	72.72	80.30	84.84	84.84	84.84
HCO ₃ (mg/l)	125	125	125	125	125	125	125	125
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.294	0.262	0.230	0.199	0.136	0.136	0.105	0.105
eff %	17.41	26.40	35.39	44.10	61.79	61.79	70.50	70.50
60'(mg/l)	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105	0.105
eff %	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50	70.50
90'(mg/l)	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105	0.105	0.105
eff %	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50	70.50	70.50
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	0	25	25	25	25	25
60'(mg/l)	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	25	25	25	25	25	25	25
90'(mg/l)	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	25	25	25	25	25	25	25

Tabel L.19. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 30/27 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.8, ϕ tray : 3 mm
dengan media kontak batu kerikil

Suhu : 30/27	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l
pH : 7.8	DO awal : 1.6 mg/l	Fe awal : 0.356 mg/l
Ø : 3 mm krk	CO2 awal : 43.56mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l

Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	4.08	4.88	5.76	6.48	7.28	7.28	7.28	7.28
CO2(mg/l)	30.92	22.44	16.38	11.44	8.14	6.60	6.60	6.60
eff %	29.00	48.48	62.39	73.73	81.31	84.84	84.84	84.84
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183

Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.325	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136	0.105
eff %	8.7	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	61.79	70.50
60'(mg/l)	0.294	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136	0.105	0.105
eff %	35.39	44.10	53.08	61.79	61.79	70.50	70.50	70.50
90'(mg/l)	0.262	0.199	0.167	0.136	0.136	0.136	0.105	0.105
eff %	26.40	44.10	53.08	61.79	61.79	70.50	70.50	70.50

Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	0	25	25	25	25	25
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25

Tabel L.20. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.5, ϕ tray : 3 mm

Suhu : 28/25	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l
pH : 7.5	DO awal : 2.0 mg/l	Fe awal : 0.608 mg/l
Ø : 3 mm	CO2 awal : 45.76 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l

Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	4.00	4.80	6.40	7.20	7.52	7.52	7.52	7.52
CO2(mg/l)	33.44	24.64	18.04	13.42	9.90	7.48	7.48	7.48
eff %	26.92	46.15	60.57	70.67	78.36	83.65	83.65	83.65
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183

Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.514	0.482	0.419	0.325	0.262	0.230	0.230	0.230
eff %	15.46	20.72	31.08	46.54	56.90	62.17	62.17	62.17
60'(mg/l)	0.482	0.356	0.325	0.294	0.230	0.199	0.167	0.167
eff %	20.72	41.44	46.54	51.64	62.17	67.76	67.76	67.76
90'(mg/l)	0.451	0.325	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136
eff %	25.82	46.54	56.90	62.17	67.26	67.76	72.53	77.63

Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.21. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.5, ϕ tray : 4 mm

Suhu : 28/25	Q	: 0.2	l/dt	HCO3	: 183	mg/l		
pH : 7.5	DO awal	: 2.0	mg/l	Fe awal	: 0.608	mg/l		
Ø : 4 mm	CO2 awal	: 45.76	mg/l	Mn awal	: 0.20	mg/l		
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.44	4.32	5.52	6.48	7.36	7.52	7.52	7.52
CO2(mg/l)	34.32	25.96	19.36	14.74	10.78	8.36	7.48	7.04
eff %	25.00	43.26	57.69	67.78	76.44	81.73	83.65	84.61
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.514	0.451	0.419	0.356	0.262	0.262	0.230	0.230
eff %	15.48	25.82	31.08	46.54	56.90	62.17	62.17	62.17
60'(mg/l)	0.482	0.325	0.294	0.262	0.230	0.230	0.199	0.199
eff %	20.72	46.54	51.64	56.90	62.17	62.17	67.26	67.26
90'(mg/l)	0.451	0.294	0.230	0.199	0.199	0.167	0.167	0.167
eff %	25.82	51.64	62.17	67.26	67.26	72.53	72.53	72.53
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 1.22. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.5, ϕ tray : 5 mm

Suhu : 28/25	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.5	DO awal : 2.0 mg/l	Fe awal : 0.608 mg/l						
Ø : 5 mm	CO2 awal : 45.76 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	2.48	3.36	5.42	6.18	6.80	7.28	7.52	7.52
CO2(mg/l)	34.76	26.40	20.68	15.40	11.88	9.24	7.04	7.04
eff %	24.03	42.30	54.80	66.34	74.69	79.80	84.61	84.61
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.545	0.514	0.482	0.356	0.294	0.262	0.230	0.230
eff %	10.36	15.46	20.72	41.44	51.64	56.90	62.17	62.17
60'(mg/l)	0.514	0.451	0.419	0.325	0.294	0.262	0.230	0.230
eff %	15.46	25.82	31.08	46.54	51.64	56.90	62.17	62.17
90'(mg/l)	0.482	0.388	0.325	0.294	0.262	0.230	0.199	0.199
eff %	20.72	36.18	46.54	51.64	56.90	62.17	67.26	72.53
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.24. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.5, ϕ tray : 3 mm
dengan media kontak batu kerikil

Suhu : 28/25	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.5	DO awal : 2.0 mg/l	Fe awal : 0.608 mg/l						
Ø : 3 mm krk	CO2 awal : 45.76 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	4.48	5.36	6.43	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52
CO2(mg/l)	32.56	23.32	16.72	12.10	8.58	6.60	6.60	6.60
eff %	28.84	49.03	63.46	73.55	81.25	85.57	85.57	85.37
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.482	0.419	0.388	0.356	0.230	0.230	0.199	0.199
eff %	20.72	31.08	36.18	41.44	62.17	62.17	67.26	67.26
60'(mg/l)	0.451	0.356	0.325	0.262	0.199	0.199	0.167	0.167
eff %	25.82	41.44	46.54	56.90	67.26	67.26	72.53	72.53
90'(mg/l)	0.419	0.325	0.294	0.230	0.167	0.167	0.136	0.136
eff %	31.08	46.54	51.64	62.17	72.53	72.53	77.63	77.63
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	0	25	25	25	25	25
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25
90'(mg/l)	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	25	25	25	25	25	25	25

Tabel L.25. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.6, ϕ tray : 3 mm

Suhu : 28/25	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l
pH : 7.6	DO awal : 2.0 mg/l	Fe awal : 0.482 mg/l
Ø : 3 mm	CO2 awal : 44.88 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l

Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	4.32	4.88	6.16	7.56	7.52	7.52	7.52	7.52
CO2(mg/l)	32.56	24.20	17.60	13.20	9.80	7.04	7.04	7.04
eff %	27.45	46.97	60.78	70.58	77.94	84.30	84.30	84.30
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183

Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.388	0.356	0.294	0.262	0.230	0.230	0.167	0.167
eff %	19.50	26.14	39.00	45.64	52.28	52.28	65.35	65.35
60'(mg/l)	0.356	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136	0.136
eff %	26.14	45.64	52.28	58.71	65.35	65.35	71.78	71.78
90'(mg/l)	0.325	0.294	0.199	0.199	0.136	0.136	0.136	0.136
eff %	32.57	39.00	58.71	58.71	71.78	71.78	71.78	71.78

Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.26. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.6, ϕ tray : 4 mm

Suhu : 28/25	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.6	DO awal : 2.0 mg/l	Fe awal : 0.482 mg/l						
Ø : 4 mm	CO2 awal : 44.88 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	3.28	4.16	5.36	6.56	7.36	7.52	7.52	7.52
CO2(mg/l)	33.44	25.08	18.92	14.04	10.78	7.92	7.48	7.48
eff %	25.49	44.11	57.84	68.71	75.98	82.35	83.33	83.33
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan.								
Fe								
30'(mg/l)	0.388	0.356	0.294	0.262	0.230	0.167	0.167	0.167
eff %	19.58	26.14	39.00	45.64	52.28	65.35	65.35	65.35
60'(mg/l)	0.325	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136	0.136
eff %	32.57	45.64	52.28	58.71	65.35	71.78	71.78	71.78
90'(mg/l)	0.294	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136	0.136	0.136
eff %	39.00	52.28	58.71	65.35	71.78	71.78	71.78	71.78
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.27. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.6, ϕ tray : 5 mm

Suhu : 28/25	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l
pH : 7.6	DO awal : 2.0 mg/l	Fe awal : 0.482 mg/l
Ø : 5 mm	CO2 awal : 44.88 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l

Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	2.64	3.44	5.52	6.32	6.88	7.36	7.52	7.52
CO2(mg/l)	34.32	25.96	19.80	15.40	11.88	9.02	7.04	7.04
eff %	23.52	42.15	55.88	65.68	73.53	79.90	84.31	84.31
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183

Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.419	0.388	0.356	0.325	0.294	0.262	0.230	0.167
eff %	13.07	19.50	26.14	32.57	39.00	45.64	52.28	65.35
60'(mg/l)	0.388	0.356	0.294	0.262	0.230	0.167	0.136	0.136
eff %	19.50	26.14	39.00	45.64	52.28	65.35	71.78	71.78
90'(mg/l)	0.308	0.294	0.262	0.230	0.167	0.136	0.136	0.136
eff %	19.50	39.00	52.28	52.28	63.35	71.78	71.78	71.78

Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.23. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.6, ϕ tray : 3 mm
dengan media kontak batu bintang

Suhu : 28/25	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.6	DO awal : 2.0 mg/l	Fe awal : 0.482 mg/l						
Ø : 3 mm btg	CO2 awal : 44.88 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	4.40	4.96	6.48	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52
CO2(mg/l)	32.12	23.32	16.72	12.32	8.58	6.60	6.60	6.60
eff %	28.43	48.03	62.74	72.54	80.88	85.29	85.29	85.29
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.482	0.451	0.419	0.356	0.294	0.230	0.199	0.136
eff %	0	6.43	13.07	26.14	39.00	52.28	58.71	71.78
60'(mg/l)	0.388	0.325	0.262	0.230	0.199	0.136	0.136	0.105
eff %	19.50	32.57	45.64	52.28	58.71	71.78	71.78	78.21
90'(mg/l)	0.356	0.262	0.199	0.167	0.167	0.136	0.105	0.105
eff %	26.14	45.64	58.71	65.35	65.35	71.78	78.21	78.21
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25
60'(mg/l)	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	25	25	25	25	25	25	25
90'(mg/l)	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	25	25	25	25	25	25	25

Tabel L.29. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.6, ϕ tray : 3 mm
dengan media kontak batu kerikil

Suhu : 28/25	Q	: 0.2	l/dt	HCO3	: 183	mg/l		
pH : 7.6	DO awal	: 2.0	mg/l	Fe awal	: 0.482	mg/l		
Ø : 3 mm krk	CO2 awal	: 44.88	mg/l	Mn awal	: 0.20	mg/l		
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	4.56	5.04	6.66	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52
CO2(mg/l)	31.68	22.88	16.28	11.88	8.14	6.60	6.60	6.60
eff %	29.41	49.01	63.72	73.53	81.86	85.29	85.29	85.29
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.418	0.388	0.356	0.294	0.230	0.199	0.136	0.136
eff %	13.07	19.50	26.14	39.00	52.28	58.71	71.78	71.78
60'(mg/l)	0.388	0.356	0.294	0.262	0.199	0.136	0.105	0.105
eff %	19.50	26.14	39.00	45.64	58.71	71.78	78.21	78.21
90'(mg/l)	0.356	0.325	0.262	0.230	0.167	0.105	0.105	0.105
eff %	26.14	32.57	45.64	52.28	65.35	78.21	78.21	78.21
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25
60'(mg/l)	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	25	25	25	25	25	25	25
90'(mg/l)	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	25	25	25	25	25	25	25

Tabel L.30. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.8, ϕ tray : 3 mm

Suhu : 28/25	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l
pH : 7.8	DO awal : 2.0 mg/l	Fe awal : 0.356 mg/l
Ø : 3 mm	CO2 awal : 42.44 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l

Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	4.16	5.28	6.08	7.36	7.52	7.52	7.522	7.52
CO2(mg/l)	30.80	23.10	16.50	12.10	9.24	7.04	7.04	7.04
eff %	27.42	45.57	61.12	71.48	78.23	83.41	83.41	83.41
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183

Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.294	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105
eff %	17.41	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50
60'(mg/l)	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105	0.105
eff %	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50	70.50
90'(mg/l)	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105	0.105	0.105
eff %	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50	70.50	70.50

Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.31. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.8, ϕ tray : 4 mm

Suhu : 28/25	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.8	DO awal : 2.0 mg/l	Fe awal : 0.356 mg/l						
Ø : 4 mm	CO2 awal : 42.44 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DOC(mg/l)	3.68	4.56	5.76	6.48	7.28	7.60	7.60	7.60
CO2(mg/l)	31.88	23.76	17.60	12.20	9.90	7.48	7.48	7.48
eff %	24.88	44.01	58.52	71.25	76.67	82.37	82.37	82.37
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.294	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105
eff %	17.41	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50
60'(mg/l)	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105	0.105
eff %	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50	70.50
90'(mg/l)	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136	0.105	0.105	0.105
eff %	35.39	44.10	53.08	61.79	61.79	70.50	70.50	70.50
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.32. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.8, ϕ tray : 5 mm

Suhu : 28/25	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.8	DO awal : 2.0 mg/l	Fe awal : 0.356 mg/l						
Ø : 5 mm	CO2 awal : 42.68 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	2.56	3.28	4.94	6.08	6.72	7.28	7.44	7.52
CO2(mg/l)	32.56	25.20	19.36	14.52	11.44	8.36	8.36	8.36
eff %	23.27	40.62	54.38	65.78	73.04	80.30	80.30	80.30
HCO3(mg/l)	125	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.325	0.294	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105
eff %	8.7	17.41	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50
60'(mg/l)	0.294	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105
eff %	17.41	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50
90'(mg/l)	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105	0.105
eff %	26.40	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50	70.50
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0
90'(mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
eff %	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel L.33. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.8, ϕ tray : 3 mm
dengan media kontak batu bintang

Suhu : 28/25	Q : 0.2 l/dt	HCO3 : 183 mg/l						
pH : 7.8	DO awal : 2.0 mg/l	Fe awal : 0.356 mg/l						
Ø : 3 mm btg	CO2 awal : 42.44 mg/l	Mn awal : 0.20 mg/l						
Tray.								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	4.24	5.36	6.44	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52
CO2(mg/l)	30.36	22.22	15.62	11.22	9.36	6.60	6.60	6.60
eff %	28.46	47.64	63.19	73.56	80.30	84.44	84.44	84.44
HCO3(mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.262	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105	0.105
eff %	26.90	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50	70.50
60'(mg/l)	0.230	0.199	0.167	0.136	0.105	0.105	0.105	0.105
eff %	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50	70.50	70.50
90'(mg/l)	0.230	0.167	0.136	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105
eff %	35.39	53.08	61.79	61.79	70.50	70.50	70.50	70.50
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25
90'(mg/l)	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	25	25	25	25	25	25	25

Tabel L.34. : Data hasil analisa dari percobaan aerasi dengan tray aerator, pada suhu udara/air : 28/25 C
debit air: 0.2 l/dt, pH : 7.8, ϕ tray : 3 mm
dengan media kontak batu kerikil

Suhu : 28/25	Q	: 0.2	l/dt	HCO ₃	: 183	mg/l		
pH : 7.8	DO awal	: 2.0	mg/l	Fe awal	: 0.356	mg/l		
ϕ : 3 mm krk	CO ₂ awal	: 42.44	mg/l	Mn awal	: 0.20	mg/l		
Tray								
	1	2	3	4	5	6	7	8
DO(mg/l)	4.32	5.44	6.44	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52
CO ₂ (mg/l)	29.92	21.78	15.18	10.78	7.92	6.60	6.60	6.60
eff %	29.50	48.68	64.23	74.59	81.33	84.44	84.44	84.44
HCO ₃ (mg/l)	183	183	183	183	183	183	183	183
Setelah pengendapan								
Fe								
30'(mg/l)	0.294	0.230	0.199	0.167	0.136	0.136	0.105	0.105
eff %	17.41	35.39	44.10	53.08	61.79	70.50	70.50	70.50
60'(mg/l)	0.262	0.199	0.167	0.436	0.136	0.105	0.105	0.105
eff %	26.40	44.10	53.08	61.79	61.79	70.50	70.50	70.50
90'(mg/l)	0.230	0.167	0.136	0.136	0.105	0.105	0.105	0.105
eff %	35.39	53.08	61.79	61.79	70.50	70.50	70.50	70.50
Setelah pengendapan								
Mn								
30'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25
60'(mg/l)	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	0	25	25	25	25	25	25
90'(mg/l)	0.2	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
eff %	0	25	25	25	25	25	25	25

Lampiran 2 : Percobaan penurunan Fe dan Mn dengan Jar tes

Tabel L.35 : Percobaan jar tes dengan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$			
	1 mg/l	2 mg/l	3 mg/l	4 mg/l
Kekeruhan akhir	2.2	1.2	1.5	2.8
pH akhir	7.72	7.61	7.46	7.34
Fe akhir	0	0	0	0
Mn akhir	0	0	0	0

keteranganKekeruhan awal : 7.2 mg/l SiO_2

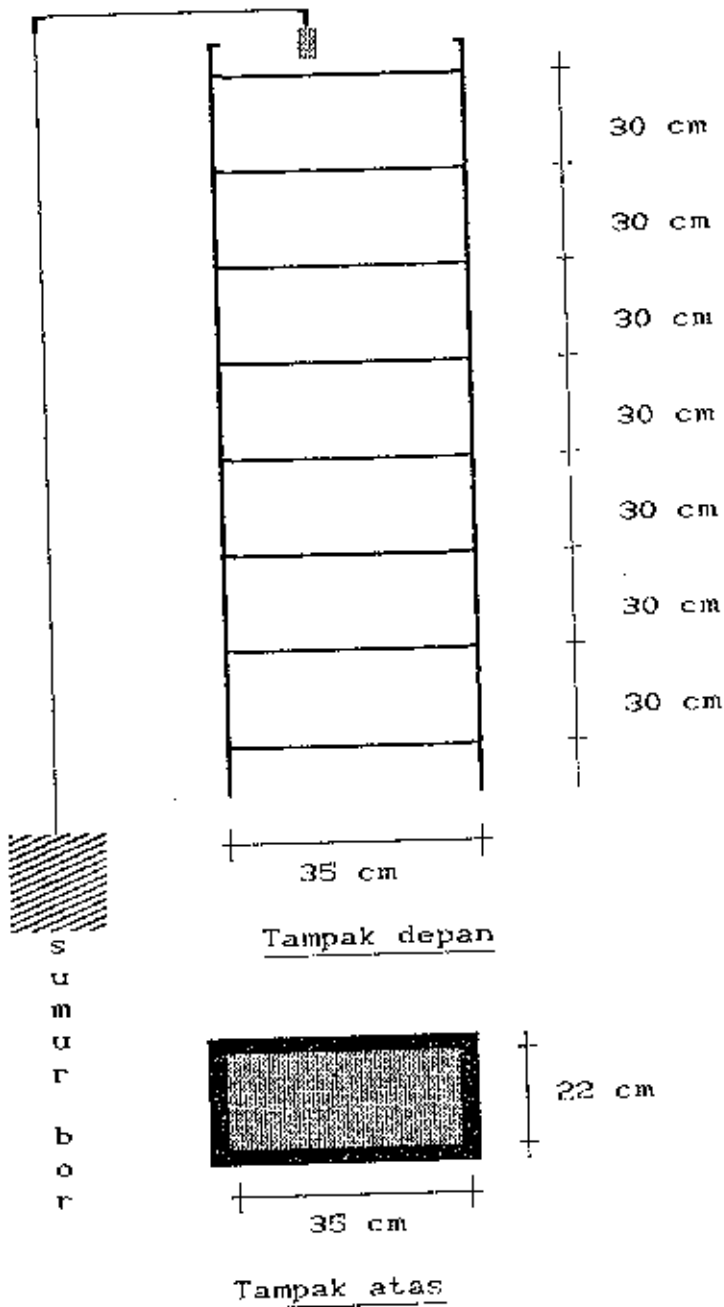
pH awal : 7.88

Fe awal : 0.35 mg/l

Mn awal : 0.20 mg/l

Lampiran 3 : Gambar pilot plant multiple tray aerator dan perhitungan jumlah diameter lubang tray serta gambar-gambar percobaan

Pilot plant multiple tray aerator



Perhitungan Jumlah lubang tray

Berdasarkan referensi 4, luas permukaan yang diperlukan adalah 25 - 75 ft²/MGD atau 0.015 - 0.045 M²/M³/h.
 Dalam penelitian ini debit yang dipakai adalah 0.2 l/dt dengan luas area 0.0108 M².

Jumlah lubang dihitung dengan rumus : $n = \frac{\text{luas area}}{\text{luas lubang}}$

untuk ϕ lubang 5 mm

luas tiap lubang : $1/4 \pi D^2 = 1.9635 \cdot 10^{-5} \text{ M}^2$
 Jumlah lubang : $\frac{0.0108}{1.9635 \cdot 10^{-5}}$
 : 550 buah
 Jarak antar lubang : 7 mm x 7 mm

untuk ϕ lubang 4 mm

luas tiap lubang : $1/4 \pi D^2 = 1.257 \cdot 10^{-5} \text{ M}^2$
 Jumlah lubang : $\frac{0.0108}{1.257 \cdot 10^{-5}}$
 : 869 buah
 Jarak antar lubang : 5 mm x 6 mm

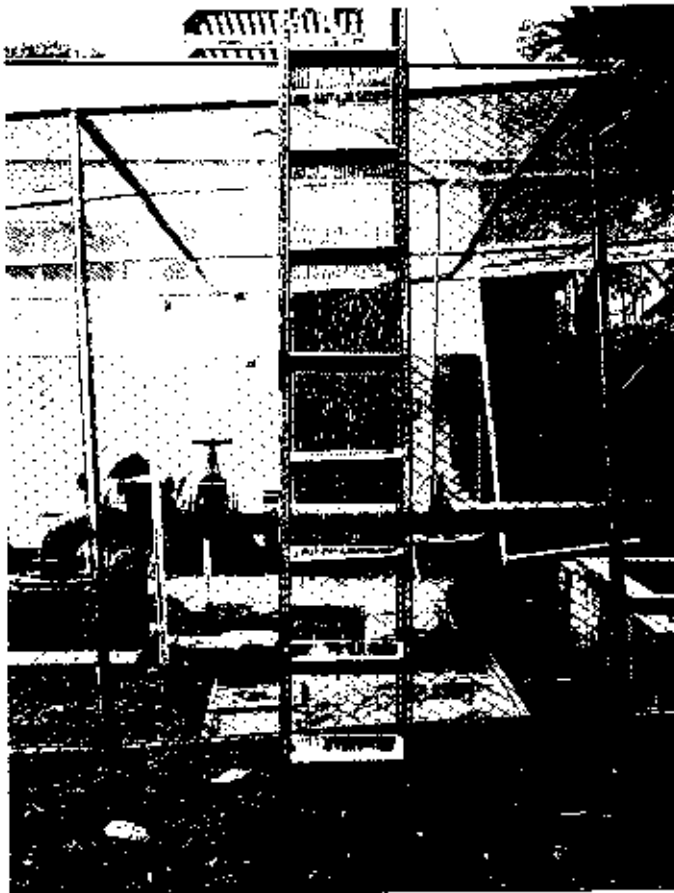
untuk ϕ lubang 3 mm

luas tiap lubang : $1/4 \pi D^2 = 7.068 \cdot 10^{-6} \text{ M}^2$
 Jumlah lubang : $\frac{0.0108}{7.068 \cdot 10^{-6}}$
 : 1532 buah
 Jarak antar lubang : 4 mm x 3.5 mm

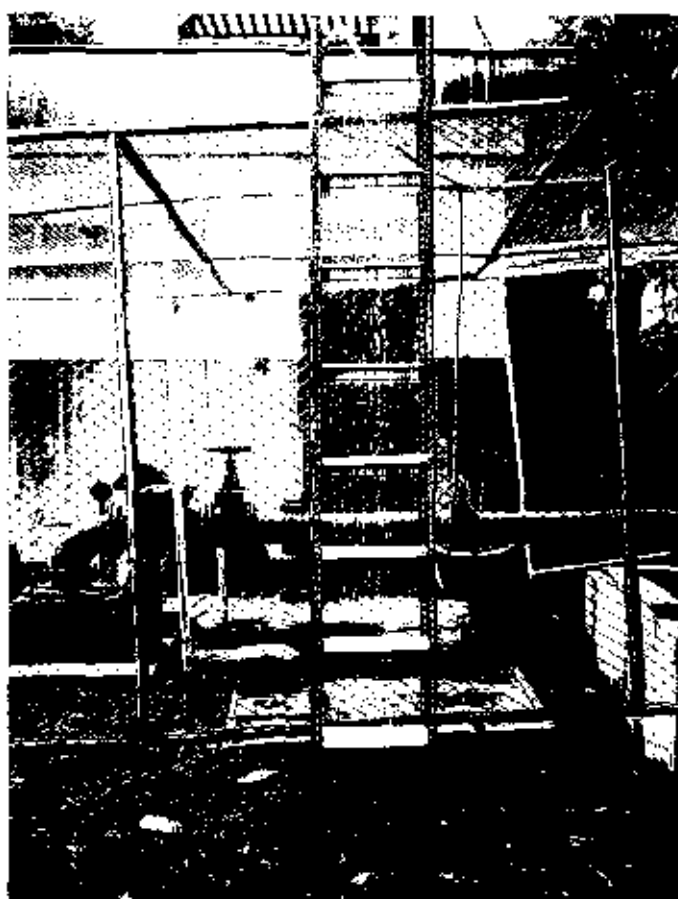
Sedang bahan yang dipakai untuk multiple tray terbuat dari
 dari plastik dengan ukuran luas : 22 cm x 35 cm
 tinggi : 5 cm



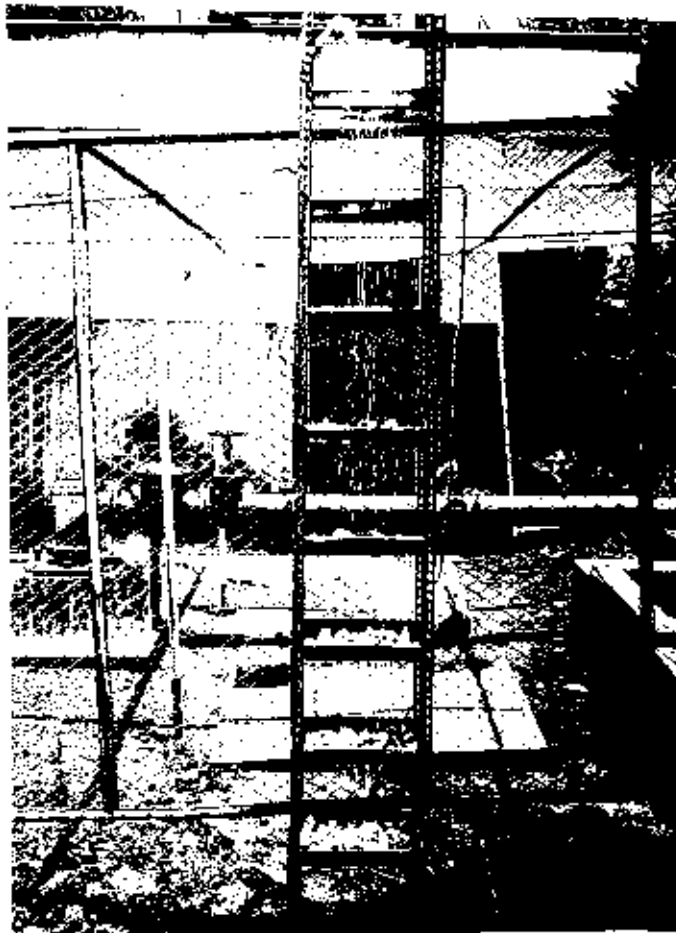
Gambar percobaan aerasi dengan multiple tray
dengan ϕ lubang tray 3mm



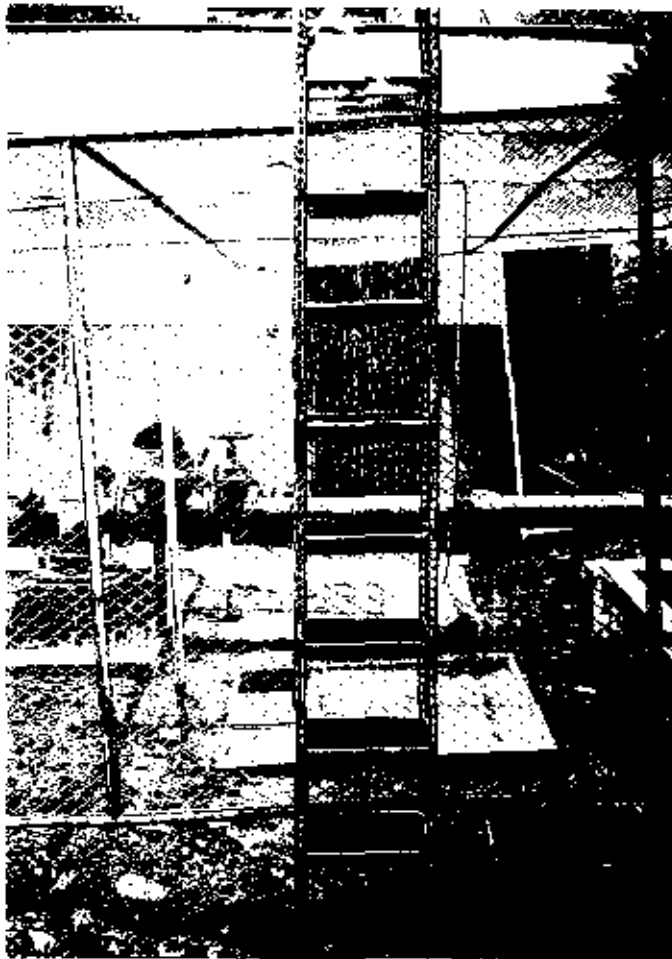
Gambar percobaan aerasi dengan multiple tray
dengan ϕ lubang tray 4 mm



Gambar percobaan aerasi dengan multiple tray
dengan ϕ lubang tray 5 mm



Gambar percobaan aerasi dengan multiple tray dengan
 ϕ lubang tray 3 mm dengan media kontak batu bintang



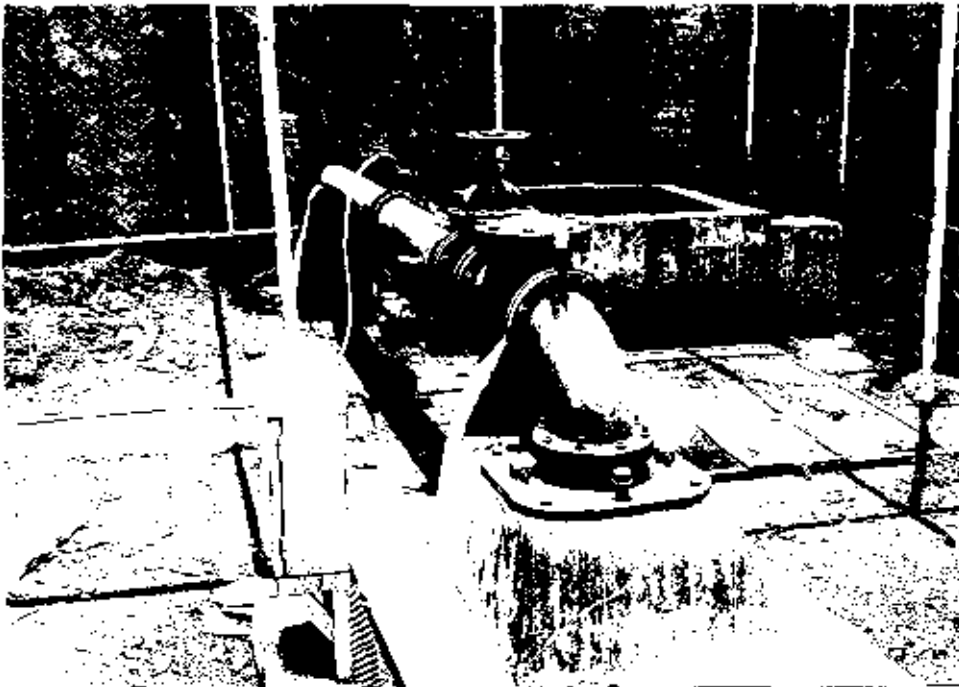
Gambar percobaan aerasi dengan multiple tray dengan
 ϕ lubang tray 3 mm dengan media kontak batu kerikil



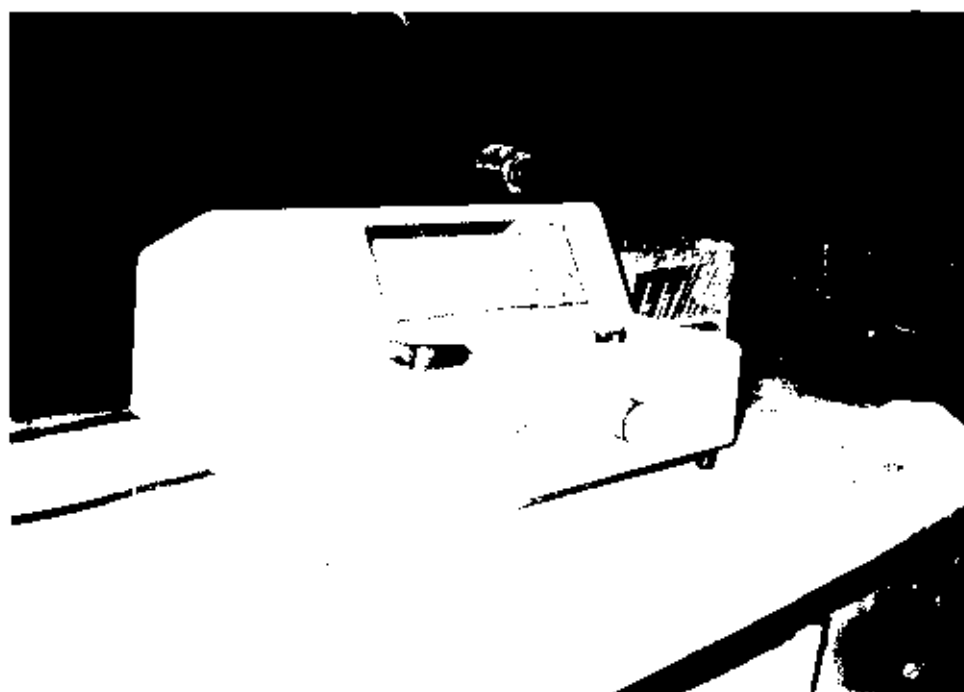
Gambar percobaan pengendapan selama 30', 60', 90'



Gambar peralatan untuk titrasi winkler dan CO2

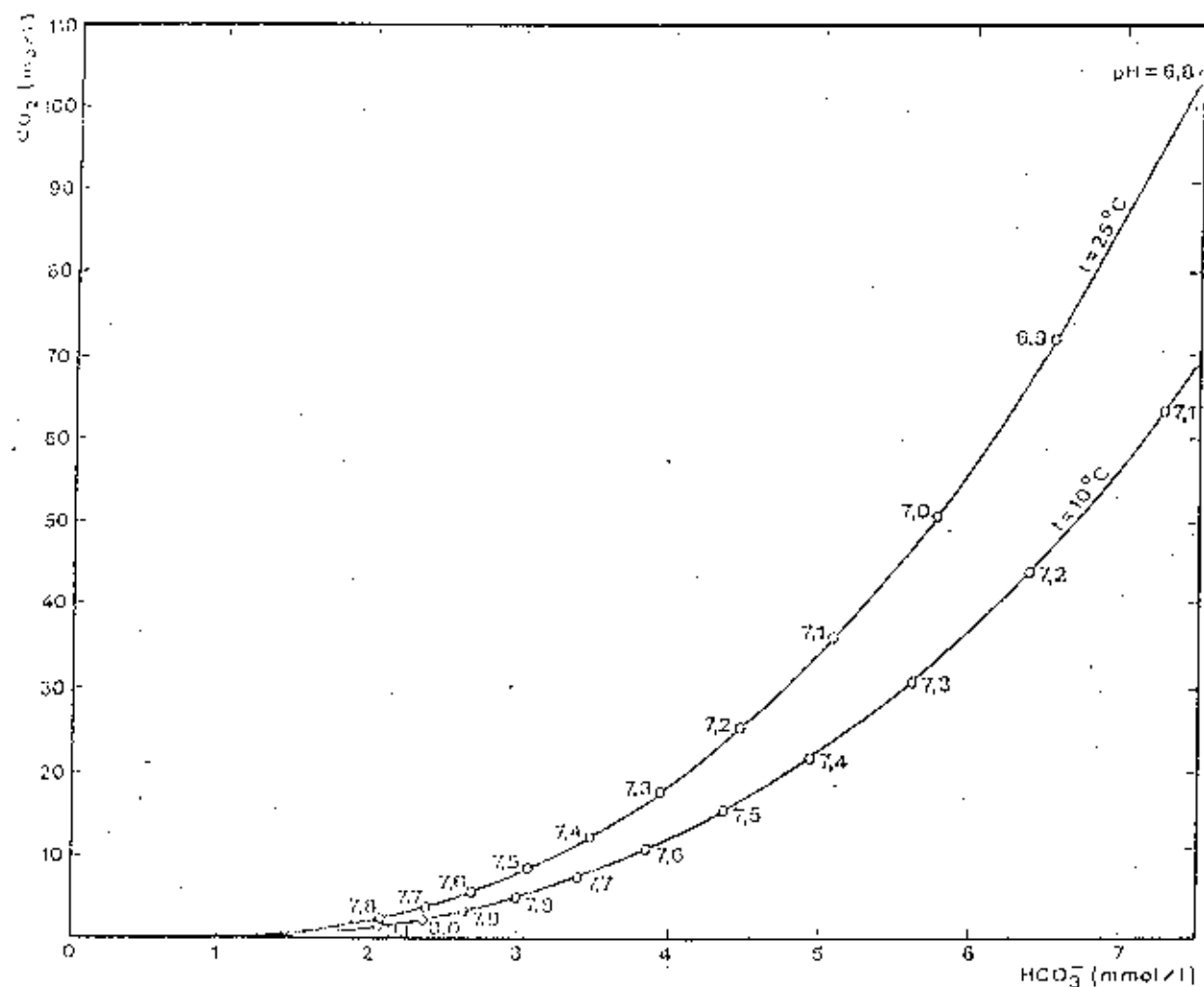


Gambar sunur dalam milik PDAM Kodya Blitar



Gambar Spektrofotometer

Lampiran 4 : Gambar diagram Tillman untuk penentuan CO₂ agresif



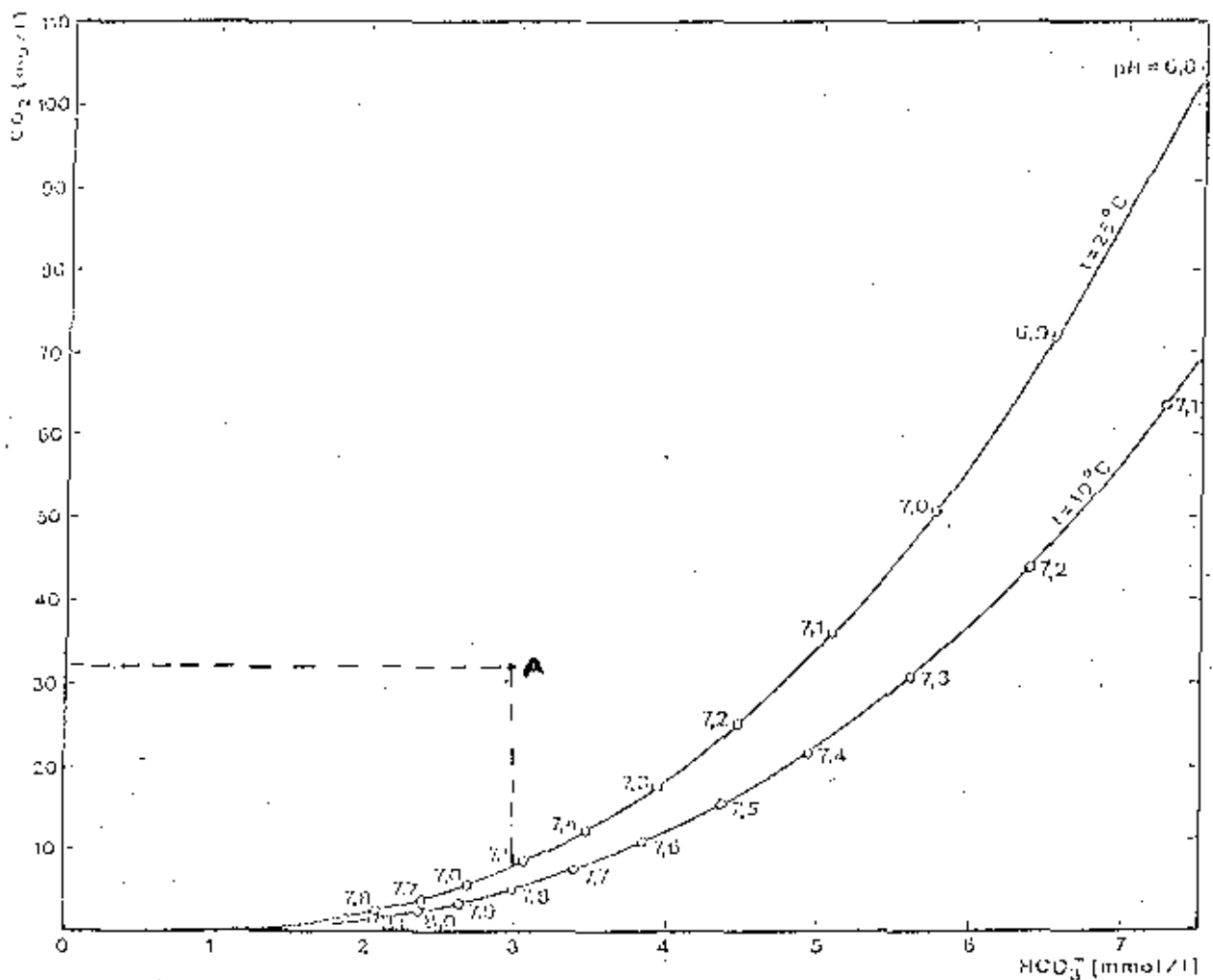
Lampiran 4a : Contoh perhitungan CO_2 agresif dengan diagram Tillmans

Dari data penelitian yang terdapat dalam tabel L.20 diperoleh nilai CO_2 bebas dan nilai HCO_3^- . Diambil contoh setelah lewat tray pertama $\text{CO}_2\text{bebas}=33.44\text{mg/l}$

$$\text{HCO}_3^-=183 \text{ mg/l} (3 \text{ mmol/l})$$

Nilai di atas diplot pada diagram Tillmans, dan didapatkan titik potongnya pada A, titik A terletak di atas kurva. Nilai CO_2 agresif diperoleh dari jarak vertikal antara titik potong dengan kurva. Bila titik potong berada di bawah kurva, maka air pada kondisi scale forming.

Dengan demikian nilai CO_2 agresif sebesar 25.94 mg/l



Lampiran 5 : Standar Kualitas Air Minum Indonesia

Persyaratan kualitas air minum Indonesia menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI : 416/MENKES/IX/1990, tanggal 3 September 1990

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
A. Fisika				
1	Bau	-	-	tidak berbau
2	Jumlah zat padat terlarut (TDS)	mg/l	1000	-
3	Kekeruhan	Skala NTU	5	-
4	Rasa	-	-	tidak berasa
5	Suhu	°C	Suhu udara $\pm 30^{\circ}\text{C}$	-
6	Warna	Skala TCU	15	-
B. Kimia				
a. Kimia anorganik				
1	Air raksa	mg/l	0.001	merupakan batas min dan maks.
2	Aluminium	mg/l	0.2	
3	Arsen	mg/l	0.05	
4	Barium	mg/l	1.0	
5	Besi	mg/l	0.3	
6	Fluorida	mg/l	1.5	
7	Kadmium	mg/l	0.005	
8	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/l	500	
9	Klorida	mg/l	250	
10	Kromium +6	mg/l	0.05	
11	Mangan	mg/l	0.1	
12	Natrium	mg/l	200	
13	Nitrat sebagai N	mg/l	10	
14	Nitrit sebagai N	mg/l	1.0	
15	Perak	mg/l	0.05	
16	pH	-	6.5 - 8.5	
17	Selenium	mg/l	0.01	
18	Seng	mg/l	5.0	
19	Sianida	mg/l	0.1	
20	Sulfat	mg/l	400	
21	Sulfida (H ₂ S)	mg/l	0.05	
22	Tembaga	mg/l	1.0	
23	Timbal	mg/l	0.05	

No	Paramoter	Satuan	Kadar maksimum yang diberbolehkan	Ketera ngan
b. kimia organik				
1	Aldrin dan dieltrin	mg/l	0.0007	
2	Benzene	mg/l	0.01	
3	Benzo (a) pyrene	mg/l	0.00001	
4	Chlordane (total isomer)	mg/l	0.0003	
5	Choloroform	mg/l	0.03	
6	2,4 - D	mg/l	0.10	
7	DDT	mg/l	0.03	
8	Detergen	mg/l	0.05	
9	1,2 - Di - chloroetane	mg/l	0,01	
10	1,1 - Di - chloroetane	mg/l	0.0003	
11	Heptachlor dan Heptachlorepo xide	mg/l	0.003	
12	Hexachloro benzene	mg/l	0.00001	
13	Gamma - HCH (Lindane)	mg/l	0.004	
14	Methoxychlor	mg/l	0.03	
15	Pentachloro- phenol	mg/l	0.01	
16	pestisida total	mg/l	0.10	
17	2,4,6 - Tri chlorophenol	mg/l	0.01	
18	Zat organik (KMnO_4)	mg/l	10	
C. Mikrobiologik				
1	Koliform Tinja	Jumlah/ 1000 ml	0	
2	Total Koli form	jumlah/ 1000 ml	0	
D. Radioaktivitas				
1	Aktivitas Alpha(Gross Alpha Activity	Bq/l	0.1	
2	Aktivitas Beta (Gross Beta Activity)	Bq/l	1.0	

Lampiran 6 : Tabel distribusi F untuk uji statistik

$\alpha = 0.5$									
$m_1 \backslash m_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.330	19.353	19.371	19.385
3	10.128	9.5521	9.2766	9.1172	9.0135	8.9406	8.8868	8.8452	8.8123
4	7.7086	6.9443	6.5914	6.3883	6.2560	6.1631	6.0942	6.0410	5.9988
5	6.6079	5.7861	5.4095	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759	4.8183	4.7725
6	5.9874	5.1137	4.7571	4.5337	4.3874	4.2879	4.2066	4.1468	4.0990
7	5.5914	4.7374	4.3468	4.1203	3.9715	3.8660	3.7870	3.7257	3.6767
8	5.3177	4.4590	4.0662	3.8378	3.6875	3.5806	3.5005	3.4381	3.3881
9	5.1174	4.2565	3.8626	3.6331	3.4817	3.3738	3.2927	3.2296	3.1789
10	4.9646	4.1028	3.7083	3.4780	3.3258	3.2172	3.1355	3.0717	3.0204
11	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0123	2.9480	2.8962
12	4.7472	3.8853	3.4903	3.2592	3.1059	2.9961	2.9134	2.8486	2.7964
13	4.6672	3.8056	3.4105	3.1791	3.0254	2.9153	2.8321	2.7669	2.7144
14	4.6001	3.7389	3.3439	3.1122	2.9582	2.8477	2.7642	2.6987	2.6458
15	4.5431	3.6823	3.2874	3.0556	2.9013	2.7905	2.7066	2.6408	2.5876
16	4.4940	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572	2.5911	2.5377
17	4.4513	3.5915	3.1968	2.9647	2.8100	2.6987	2.6143	2.5480	2.4943
18	4.4139	3.5546	3.1599	2.9277	2.7729	2.6613	2.5767	2.5102	2.4563
19	4.3808	3.5219	3.1274	2.8951	2.7401	2.6283	2.5435	2.4768	2.4227
20	4.3511	3.4928	3.0984	2.8661	2.7109	2.5990	2.5140	2.4471	2.3928
21	4.3248	3.4668	3.0725	2.8401	2.6848	2.5727	2.4876	2.4205	2.3661
22	4.3009	3.4434	3.0491	2.8167	2.6613	2.5491	2.4638	2.3965	2.3419
23	4.2791	3.4221	3.0280	2.7955	2.6400	2.5277	2.4422	2.3748	2.3201
24	4.2597	3.4028	3.0088	2.7763	2.6207	2.5082	2.4226	2.3551	2.3002
25	4.2417	3.3852	2.9912	2.7587	2.6030	2.4904	2.4047	2.3371	2.2821
26	4.2252	3.3690	2.9751	2.7426	2.5868	2.4741	2.3883	2.3205	2.2655
27	4.2100	3.3541	2.9604	2.7278	2.5719	2.4591	2.3732	2.3053	2.2501
28	4.1960	3.3404	2.9467	2.7141	2.5581	2.4453	2.3593	2.2913	2.2360
29	4.1830	3.3277	2.9340	2.7014	2.5454	2.4324	2.3463	2.2782	2.2229
30	4.1709	3.3158	2.9223	2.6896	2.5336	2.4205	2.3343	2.2662	2.2107
40	4.0848	3.2317	2.8387	2.6060	2.4495	2.3359	2.2490	2.1802	2.1240
60	4.0012	3.1504	2.7581	2.5252	2.3683	2.2540	2.1665	2.0970	2.0401
120	3.9201	3.0718	2.6802	2.4472	2.2900	2.1750	2.0867	2.0164	1.9588
∞	3.8415	2.9957	2.6049	2.3719	2.2141	2.0986	2.0096	1.9384	1.8799